This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

HDI
HW 1A05 K

Digitized by Google

1048

HARVARD UNIVERSITY

N

DI

HARVARD
COLLEGE
LIBRARY

Digitized by Google

A 150

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ATLAS

DE

CHIMIE ANALYTIQUE

MINÉRALE.

Digitized by Google

HARVARD UNIVERSITY
WIDENER LIBRARY

Paris. — Imprimé par E. Trunot et Cᵉ, rue Racine, 26.

Digitized by Google

ATLAS

DE

CHIMIE ANALYTIQUE

MINÉRALE

RENFERMANT

LES PREMIÈRES NOTIONS INDISPENSABLES

AUX PERSONNES QUI COMMENCENT LA CHIMIE

ET

DIX-SEPT TABLEAUX

PARFAITEMENT IMPRIMÉS EN COULEUR

DES PRÉCIPITÉS DONNÉS PAR LES RÉACTIFS

et des colorations obtenues au chalumeau

PAR

A. TERREIL

AIDE DE CHIMIE AU MUSÉUM IMPÉRIAL D'HISTOIRE NATURELLE.

PARIS

DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES

49, QUAI DES AUGUSTINS.

1861

Digitized by Google

Digitized by Google

AVERTISSEMENT.

L'Atlas de Chimie analytique minérale a été fait, comme l'indique son titre, pour l'usage des personnes qui commencent la chimie. En composant ce petit ouvrage, je me suis proposé de rendre plus facile l'étude de l'analyse chimique qualitative, et j'espère avoir atteint ce but. Cet atlas est un résumé très-succinct de l'analyse qualitative, suffisant cependant pour permettre à l'élève le moins exercé de caractériser, d'une manière certaine, tous les métaux et tous les acides que peut contenir une liqueur. Il présente surtout l'avantage de ne pas embarrasser la mémoire du commençant, de tous les détails qu'on trouve ordinairement dans ces sortes d'ouvrages : c'est du reste, en le considérant à ce point de vue, que j'espère qu'il sera de quelque utilité.

L'Atlas de Chimie analytique minérale est composé

Digitized by Google

de deux séries de tableaux, dont l'une traite des caractères distinctifs des sels métalliques solubles; et l'autre des caractères distinctifs des acides des mêmes sels. Ces tableaux sont précédés de leur légende explicative, et d'un chapitre, où l'élève trouvera décrite la manière de se servir de l'atlas.

A la suite des tableaux se trouvent : 1° Une marche méthodique à suivre dans l'analyse qualitative des bases, pour caractériser et séparer les uns des autres tous les métaux qui pourraient se trouver dans une liqueur. 2° Également une marche générale à suivre dans l'analyse qualitative des acides. 3° Un chapitre consacré aux essais au chalumeau. 4° Un dernier chapitre traitant de la recherche de l'arsenic, de l'antimoine, du phosphore, du cuivre, du plomb et du mercure, en présence des matières organiques et dans les cas d'empoisonnement.

A. Terreil.

Paris, le 15 septembre 1860.

Digitized by Google

EXPLICATION DES TABLEAUX.

Les tableaux qui traitent de l'analyse qualitative des bases dans les sels solubles, se composent de neuf colonnes disposées comme il suit :

La 1re colonne contient les noms des Métaux,

La 2e colonne présente les couleurs des sels métalliques,

Dans les 3e, 4e et 5e colonnes se trouvent les trois réactifs principaux, c'est-à-dire l'Hydrogène sulfuré, le Sulfhydrate d'ammoniaque et le Carbonate de soude, avec la couleur des précipités que ces réactifs déterminent dans les Sels solubles. Les trois réactifs principaux divisent les métaux en cinq classes qui sont les suivantes :

1re Classe. Métaux ne précipitant point les trois réactifs,

2e Classe. Métaux ne précipitant que le Carbonate de soude,

3e Classe. Métaux précipitant par le Carbonate de soude, et par le Sulfhydrate d'ammoniaque,

4e Classe. Métaux précipitant par les trois réactifs, mais dont les sulfures sont insolubles dans le Sulfhydrate d'ammoniaque,

5e Classe. Métaux précipitant par les trois réactifs, mais dont les sulfures sont solubles dans le Sulfhydrate d'ammoniaque.

Digitized by Google

Les métaux de cette dernière classe sont indiqués par des CARACTÈRES MAIGRES avec lesquels leurs noms sont écrits; en outre, sous chaque coloration du sulfure, le mot *soluble* est indiqué. L'arsenic a été placé dans cette 5e classe au point de vue des caractères de son sulfure.

La 6e colonne renferme les réactifs particuliers; c'est-à-dire des réactifs qui permettent de distinguer entre eux, les métaux d'une même classe, lorsque celle-ci a été déterminée par les réactifs principaux. Ces réactifs particuliers sont peu nombreux, mais ils sont en quantité suffisante pour pouvoir caractériser avec sûreté toute base métallique dans un sel soluble.

La 7e colonne contient la Couleur des précipités fournis par les réactifs particuliers.

La 8e colonne est consacrée aux Observations qui peuvent servir à caractériser ces précipités.

Enfin la 9e colonne renferme les Caractères que les bases métalliques présentent au chalumeau; elle contient des figures coloriées présentant les teintes qu'on observe au chalumeau, soit avec les fondants, soit avec la flamme elle-même.

La figure ayant la forme suivante s'applique aux colorations de la flamme.

La figure formée comme il suit : s'applique aux substances chauffées avec l'azotate de cobalt et qui produisent des colorations.

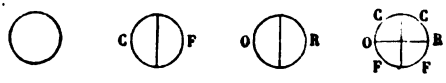
La figure suivante est destinée aux colorations qu'on obtient

Digitized by Google

sur la lame de platine avec les matières chauffées avec l'azotate de potasse ou avec la soude.

Les perles de Borax et de Sel de phosphore sont représentées, avec leurs teintes, par la figure d'un cercle ordinaire ou divisé en deux ou en quatre parties, de manière à représenter la couleur de la perle lorsqu'elle est chaude ou lorsqu'elle est froide, lorsqu'elle a été chauffée au feu de réduction ou au feu d'oxydation; pour indiquer ces différences, les lettres : C., F., O. et R., sont placées contre la partie du cercle à laquelle elles s'appliquent.

EXEMPLES :



Les tableaux représentant les caractères distinctifs des Acides des Sels solubles sont divisés en sept colonnes.

La 1re colonne indique les noms des acides ou plutôt des sels,

La 2e et la 3e colonnes représentent, avec leurs couleurs, les précipités que fournissent l'Azotate d'argent et le Chlorure de barium, dans les sels en dissolution. Ces deux composés sont les réactifs principaux qui servent à caractériser les acides; ils divisent les Sels solubles en quatre classes qui sont les suivantes :

1re Classe. Sels ne précipitant aucun des deux réactifs,

2e Classe. Sels ne précipitant que le Chlorure de barium,

3e Classe. Sels ne précipitant que l'Azotate d'argent,

4e Classe. Sels précipitant les deux réactifs principaux.

La 4e colonne contient les réactifs particuliers qui servent à distinguer les uns des autres, les sels d'une même classe, lorsque celle-ci a été déterminée au moyen des deux réactifs principaux.

Digitized by Google

La 5e colonne représente les couleurs des précipités que l'on obtient avec les réactifs particuliers.

La 6e colonne renferme les Observations relatives aux réactions que donnent les réactifs particuliers.

La 7e colonne est consacrée aux Caractères distinctifs que les acides présentent au chalumeau.

Les métaux et les acides rares sont marqués d'un astérisque.

RÈGLES A SUIVRE

DANS L'ÉTUDE DE L'ANALYSE QUALITATIVE.

L'élève doit commencer par étudier les caractères distinctifs des métaux et des acides tels qu'ils sont indiqués dans les tableaux; en les prenant les uns après les autres, et d'après l'ordre dans lequel ils sont placés, il devra répéter plusieurs fois chaque caractère pour bien se le rappeler. Il est bien entendu que les corps qui sont marqués d'un astérisque ne sont indiqués que pour mémoire, vu qu'ils sont rares; mais l'élève devra vérifier leurs caractères distinctifs lorsqu'il pourra se les procurer.

Lorsque l'élève aura étudié une classe de métaux ou une classe d'acides, il essayera de caractériser des dissolutions renfermant des sels qu'il ne connaîtra pas, mais qui seront formées par les métaux ou par les acides de la classe qu'il aura étudiée; puis, lorsqu'il sera sûr qu'il ne se trompe point, il passera à une nouvelle classe; il recommencera de nouveau à caractériser des dissolutions des sels de cette nouvelle classe, puis il s'essayera sur des liqueurs contenant à la fois les bases ou les acides des deux classes étudiées, et ainsi de suite.

Digitized by Google

L'élève s'exercera ensuite à séparer les uns des autres des métaux ou des acides des différentes classes qu'il aura mélangés dans une même dissolution; puis lorsqu'il sera certain qu'il arrive sans se tromper à faire ces séparations, il s'exercera sur des liqueurs dont la composition ne lui sera point connue, en s'aidant des marches à suivre qui sont placées après les tableaux.

Le premier réactif qu'on emploie pour caractériser un métal est l'hydrogène sulfuré; lorsqu'il y a précipité, on le recueille sur un filtre, on le lave avec de l'eau contenant de l'hydrogène sulfuré, puis on s'assure si le précipité est soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque.

Lorsque la liqueur ne précipite point par l'hydrogène sulfuré, on y verse du sulfhydrate d'ammoniaque, qui est le deuxième réactif dont on doit faire usage; lorsqu'il y a précipité, on le sépare de la liqueur par filtration, puis on verse dans ladite liqueur le troisième réactif principal, qui est le carbonate de soude. Enfin lorsque la dissolution saline ne précipite par aucun des réactifs dont il vient d'être parlé, l'élève doit y rechercher les métaux alcalins.

Un élève commençant doit ne point négliger les caractères au chalumeau, il est même bon qu'il ne commence l'analyse qualitative, qu'après s'être exercé longtemps à se servir de cet instrument indispensable à l'analyse chimique.

Enfin un élève doit avoir un cahier où il rédige au fur et à mesure tout ce qu'il fait; sans omettre même les incidents qui se produisent souvent sans qu'on s'y attende et qui sont dus quelquefois à l'impureté des sels qu'on emploie, ou aux réactifs même dont on fait usage.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.			RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
		HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.		
POTASSIUM. . . .					Chlorure de Platine.	
					Acide Perchlorique.	
SODIUM.					Bi-Méta-Antimoniate de Potasse.	
* LITHIUM.					Phosphate de Soude.	
AMMONIAQUE. . . .					Chlorure de Platine.	
					Potasse ou Chaux.	
BARIUM.					Acide Sulfurique ou Sulfates. .	
					Chromate de Strontiane. . . .	
STRONTIUM. . . .					Acide Sulfurique et Sulfates. .	
CALCIUM.					Acide Sulfurique et Sulfates. .	
					Acide Oxalique et Oxalates. . .	
MAGNÉSIUM. . . .					Ammoniaque.	
					Bicarbonate de Potasse. . . .	
					Phosphate de Soude Ammoniacal.	
ALUMINIUM. . . .			(Oxyde.)	(Oxyde.)	Potasse.	
					Ammoniaque.	
GLUCINIUM.			(Oxyde?)		Potasse.	
					Carbonate d'Ammoniaque. . . .	
* ZIRCONIUM. . . .			(Oxyde.)		Potasse.	
					Sulfate de Potasse.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Il faut que la liqueur soit assez concentrée. Le précipité calciné donne du platine en éponge, et du chlorure de potassium. Précipité cristallin de perchlorate de potasse peu soluble dans l'eau.	Les sels de potasse colorent la flamme en violet-pâle. Des traces de soude masquent la coloration ; mais celle-ci devient bien apparente lorsqu'on regarde la flamme à travers un verre bleu.	
Précipité grenu de bi-méta-antimoniate de soude. L'agitation favorise la précipitation du sel sodique.	Les sels de soude colorent la flamme en jaune.	
Le précipité de phosphate de lithine ne se fait que dans les liqueurs assez concentrées. Le carbonate de soude précipite aussi les liqueurs très-concentrées.	Les sels de lithine colorent la flamme en rouge-carmin très-vif; la soude modifie la teinte.	
Le précipité calciné laisse du platine en éponge, très-pur. Il y a dégagement d'ammoniaque sensible à l'odeur, et donnant des vapeurs blanches avec l'acide chlorhydrique.	Les sels ammoniacaux chauffés dans le tube bouché se volatilisent et se décomposent en partie ; un papier rouge placé dans le tube bleuit fortement.	
Le précipité de sulfate de baryte est insoluble dans les acides et dans les alcalis. Soluble dans les acides azotique et chlorhydrique.	Les sels de baryte colorent la flamme en vert-jaunâtre. Les sels insolubles doivent être rendus solubles pour produire la coloration.	
Le précipité de sulfate de strontiane est légèrement soluble dans l'eau : ce qu'on reconnaît avec les sels de baryte.	Les sels de strontiane colorent la flamme en rouge-carmin moins foncé qu'avec les sels de lithine.	
Il faut que les liqueurs ne soient pas trop étendues, car le sulfate de chaux est assez soluble dans l'eau. Le précipité d'oxalate de chaux est soluble dans les acides forts, excepté dans l'acide acétique.	Les sels solubles de chaux, et surtout le chlorure, colorent la flamme en rouge-orangé.	
La moitié de la magnésie seulement est précipitée ; le précipité est soluble dans les sels ammoniacaux. Les sels de magnésie ne précipitent point par les bicarbonates, à moins qu'on ne chauffe les liqueurs. Précipité de phosphate ammoniaco-magnésien soluble dans les acides.	Les sels de magnésie ne colorent point la flamme. Lorsqu'on les chauffe, ils perdent leurs acides et laissent de la magnésie qui, chauffée avec de l'azotate de cobalt, prend une teinte d'un rose très-pâle.	
Le précipité est soluble dans un excès de potasse. Le précipité est légèrement soluble dans un excès d'ammoniaque, qui l'abandonne par l'ébullition.	L'alumine ne colore point la flamme. Chauffée avec de l'azotate de cobalt, elle devient d'un beau bleu.	
Soluble dans un excès de réactif. Le précipité est soluble dans un excès de carbonate d'ammoniaque, ce qui le distingue de l'alumine.	La glucine chauffée avec l'azotate de cobalt se colore en gris-bleuâtre.	
Précipité insoluble dans un excès de potasse. Précipité cristallin de sulfate double, qui n'est complet que lorsque la liqueur est saturée de réactif.	Au chalumeau, la zircone se comporte comme la glucine.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.			RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
		HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.		
* THORIUM.			(Oxyde.)	Soluble dans un excès de carbonate.	Alcalis.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
* YTTRIUM.					Alcalis.	
* ERBIUM.			(Oxyde.)	Un peu soluble.	Bicarbonate de Potasse.	
* TERBIUM.					Ferrocyanure de Potassium. . .	
* LANTHANE. . . .			(Oxyde.)	Cristallise en écailles.	Potasse.	
					Ammoniaque.	
* DIDYME.			(Oxyde.)		Potasse.	
* CÉRIUM. . . . . Protoxyde.					Potasse.	
					Sulfate de Potasse.	
					Acide Oxalique.	
* CÉRIUM. . . . . Sesquioxyde.					Potasse.	
					Acide Oxalique.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
* TITANE. . . . . Sesquioxyde.			Devient blanc.	Devient blanc.	Potasse.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
* TITANE. . . . . Peroxyde (ac. titanique).			Acide titanique.		Potasse.	
					Noix de Galle.	
					Zinc.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Précipité insoluble dans un excès de réactif. Précipité pesant, soluble dans les acides, qui distingue la thorine de la zircone.		
Insoluble dans un excès de réactif. Soluble dans un grand excès de bicarbonate. Précipité blanc qui ne se produit point avec le ferricyanure de potassium.	Les sels d'yttria, d'erbine et de terbine présentent au chalumeau les mêmes caractères que la glucine, la zircone et la thorine.	
Insoluble dans un excès de potasse. Sous-sel ayant la propriété de passer à travers les filtres et de rendre les liqueurs filtrées laiteuses. Le sulfate de lanthane se dépose de ses dissolutions lorsqu'on chauffe celle-ci à + 40°.		
Insoluble dans un excès de potasse.	Les sels de didyme colorent la perle de sel de phosphore en rouge-améthyste violacé dans la flamme de réduction. La perle se décolore à l'oxydation.	O. R.
Le précipité devient jaune à l'air; il est insoluble dans un excès de potasse. Le précipité blanc cristallin de sulfate double est presque insoluble dans l'eau. Précipité presque insoluble dans les acides.	L'oxyde de cérium chauffé seul devient rouge briqueté en absorbant de l'oxygène. Au feu d'oxydation avec le borax ou le sel de phosphore, il colore la perle en rouge à chaud; à froid, la perle se décolore. Au feu de réduction, la perle se décolore également à chaud.	C. F.
Insoluble dans un excès de potasse. Le précipité, aune d'abord, devient blanc.	Avec le borax et le sel de phosphore, le sesquioxyde se comporte comme le protoxyde de cérium.	C. F.
Le précipité brun noircit, puis il devient bleu et enfin blanc. Le précipité brun verdit, puis il devient blanc.	Borax et sel de phosphore au feu d'oxydation incolore ou jaunâtre. Au feu de réduction, bleu-violet.	O. R.
Insoluble. Dans les liqueurs acides, le précipité est rouge orange; quand elles sont ammoniacales, le précipité est verdâtre. Simple coloration de la liqueur, qui devient d'abord violette.	Les composés à acide titanique présentent au chalumeau les mêmes caractères que les sels de sesquioxyde. Sel de phosphore et borax.	O. R.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.			RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
		HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.		
* URANIUM. . . . . Protoxyde.					Alcalis.	
					Acide Oxalique.	
* URANIUM. . . . . Peroxyde.					Alcalis.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
CHROME. . . . . Protoxyde.			(Oxyde.)	Oxyde, devient gris verdâtre.	Potasse.	
					Acétate de Soude.	
CHROME. . . . . Sesquioxyde.			(Oxyde.)	(Oxyde.)	Potasse.	
					Ammoniaque.	
MANGANÈSE. . . .			Brunit à l'air.		Potasse.	
					Ferricyanure de Potassium. . .	
					Oxyde puce de plomb, avec acide Azotique étendu.	
NICKEL.					Potasse.	
					Ammoniaque.	
COBALT.					Potasse.	
					Ammoniaque.	
ZINC.		Les liqueurs neutres précipitent une partie du zinc à l'état de sulfure blanc.			Potasse.	
					Ammoniaque.	
					Ferricyanure de Potassium. . .	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Le précipité brun verdit à l'air et finit par devenir jaune. Oxalate de protoxyde d'uranium.	Les oxydes d'uranium chauffés avec le borax ou le sel de phosphore colorent ces fondants en jaune et en vert.	O. R.
Le précipité est un uranate de la base employée. L'éther dissout l'azotate d'urane ; c'est le seul sel métallique qui soit soluble dans ce dissolvant sans décomposition.	Mêmes caractères au chalumeau qu'avec le protoxyde. Borax et sel de phosphore.	O. R.
Le précipité devient brun-clair. Le précipité est cristallin.	Les oxydes du chrome colorent le borax et le sel de phosphore, soit au feu oxydant, soit au feu de réduction, en vert d'herbe caractéristique.	O. R.
Le précipité est soluble dans un excès de potasse ; mais il se reprécipite lorsqu'on porte la liqueur à l'ébullition. Le précipité est légèrement soluble dans un excès d'ammoniaque qu'il colore en rose-violacé.	Les composés du chrome que l'on chauffe avec du nitre ou de la potasse donnent du chromate de potasse qui est jaune d'or.	
Le précipité insoluble brunit au contact de l'air. Le précipité est insoluble dans les acides. Dans cette réaction, il ne se produit qu'une coloration violette ; une trace de manganèse est décelée par cette méthode.	Le manganèse colore le borax et le sel de phosphore en violet améthyste au feu d'oxydation ; la teinte s'affaiblit ou disparaît par la réduction. Avec la potasse ou le nitre, le manganèse chauffé donne une teinte verte de caméléon caractéristique, qui devient rose-violacé dans l'eau.	O. R.
Insoluble dans un excès de potasse. Le précipité verdâtre est soluble dans un excès d'ammoniaque, qu'il colore en bleu-céleste (caractéristique).	Le borax et le sel de phosphore sont colorés en jaune brun par le nickel.	O. R.
Il se précipite d'abord un sous-sel bleu-lavande, mais qui se transforme bientôt en oxyde de cobalt rose. Le précipité verdâtre se dissout immédiatement dans un excès d'ammoniaque, et la liqueur brunit fortement au contact de l'air.	Le cobalt colore tous les fondants en un beau bleu caractéristique, tant dans la flamme oxydante que dans la flamme réductrice.	O. R.
Le précipité est soluble dans un excès de potasse. Le précipité est très-soluble dans un excès de réactif. Seul précipité coloré des sels de zinc ; il est soluble dans les acides.	L'oxyde de zinc chauffé avec l'azotate de cobalt se colore en vert caractéristique. Chauffé seul sur le charbon, il devient éclatant et reste jaune tant qu'il est chaud. En se volatilisant sur le charbon, il donne un anneau jaune à chaud, et blanc à froid.	C. F.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.			RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
		HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.		
FER. . . . . Protoxyde.			Soluble dans les acides étendus.	S'oxyde rapidement en devenant jaune.	Potasse.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
					Ferricyanure de Potassium. . .	
FER. . . . . Sesquioxyde.		(Soufre.) Le sel passe au minimum d'oxydation.			Alcalis.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
CADMIUM.					Potasse.	
					Zinc.	
PLOMB.					Potasse.	
					Acide sulfurique et Sulfates. . .	
					Chromate de Potasse.	
BISMUTH.					Potasse.	
					Eau en excès.	
CUIVRE. . . . . Protoxyde.					Potasse.	
					Ammoniaque.	
CUIVRE. . . . . Bioxyde.					Potasse.	
					Ammoniaque.	
					Ferrocyanure de Potassium. . .	
MERCURE. . . . . Protoxyde.					Alcalis.	
					Cuivre, Fer, Zinc, etc.	
MERCURE. . . . . Bioxyde.					Potasse.	
					Iodure de Potassium.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.
Le précipité blanc verdit rapidement au contact de l'air, et finit par devenir de couleur rouille. Le précipité bleuâtre se colore en bleu de Prusse au contact de l'air ; le chlore détermine la coloration immédiatement. Ce précipité bleu clair est connu sous le nom de bleu de France. Les sels de fer au minimum réduisent les sels d'or.	Le borax et le sel de phosphore sont colorés par le fer : Au feu d'oxydation, C. F. Au feu de réduction, C. F. Voir les sels de peroxyde de fer.
Les matières organiques empêchent la précipitation. Précipité caractéristique.	Les oxydes de fer chauffés sur le charbon avec la soude donnent une poudre noire de fer métallique qui, lavée et séchée, est attirable à l'aimant. (Voir le fer au minimum pour les fondants.)
Insoluble dans un excès de réactif. Précipité de cadmium métallique.	Chauffé sur le charbon avec de la soude, l'oxyde de cadmium se réduit et se volatilise en formant un anneau jaune-brun d'oxyde de cadmium.
Le précipité est soluble dans un excès de potasse. Le précipité de sulfate de plomb noircit par l'hydrogène sulfuré. Le précipité est soluble dans la potasse.	Le plomb ne colore point les fondants ; ses composés, chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent un culot de plomb très-malléable ; en même temps il se forme une auréole jaune-clair sur le charbon.
Le précipité est insoluble dans la potasse. Le précipité est un sous-sel.	Le bismuth se comporte au chalumeau comme le plomb, seulement le culot de bismuth est très-cassant et l'auréole est un peu plus foncée.
Le précipité verdit au contact de l'air. L'ammoniaque ne donne pas de précipité, mais la liqueur qui est incolore bleuit fortement à l'air.	Les oxydes de cuivre colorent les fondants de la manière suivante : Au feu d'oxydation, C. F. Au feu de réduction, C. F.
Le précipité devient noir par l'ébullition. Il se forme d'abord un sous-sel bleuâtre qui se dissout ensuite en donnant une teinte bleu-céleste. Ce précipité est caractéristique.	Les sels de cuivre, le chlorure excepté, colorent la flamme en vert. Chauffés sur le charbon avec de la soude, ils donnent un culot de cuivre métallique facile à reconnaître à sa couleur.
Ce précipité est caractéristique. Ces métaux précipitent le mercure de toutes ses combinaisons.	Tous les sels de mercure sont volatils ou décomposables par la chaleur. Traités avec de la soude dans un tube bouché, ils donnent du mercure métallique qui se dépose dans la partie froide du tube. On peut remplacer la soude par de la chaux.
Cet iodure de mercure est soluble soit dans un excès de réactif, soit dans un excès de sel de mercure.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

CARACTÈRES DISTINCTIFS DES S

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS. HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.	RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
ARGENT.				Soluble dans l'ammoniaque.	Chlorures et Acides Chlorhydriq. Alcalis fixes. . . . . . Phosphate de Soude.	
* PALLADIUM. . .				Il faut faire bouillir la liqueur.	Potasse. . . . . . Cyanure de Mercure. . . . . . Iodure de Potassium.	
* RHODIUM.		Se produit lentement.		Rhodate de soude lent à se produire.	Potasse. . . . . . Iodure de Potassium. . . . . . Zinc, ou Hydrogène à froid. . .	
* RUTHÉNIUM. . .		La liqueur devient d'abord bleu-azur.			Potasse. . . . . . Sel Ammoniac.	
* OSMIUM.				Se fait lentement.	Potasse. . . . . . Sel Ammoniac. . . . . . Zinc.	
ARSENIC.		Soluble dans l'ammoniaque et dans le sulfhydrate.	Soluble dans Az H3 et dans le sulfhydrate.			
* MOLYBDÈNE. .		Se forme lentement. Soluble.	Soluble.	Un peu soluble dans un excès.	Alcalis. . . . . . Ferro et Ferricyanure Potassium.	
* VANADIUM. . .			Soluble. La liqueur devient pourpre.		Potasse. . . . . . Ammoniaque. . . . . . Ferrocyanure de Potassium. . .	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Le précipité est caillebotté; il devient violacé à la lumière et enfin tout à fait noir; soluble dans l'ammoniaque, il ne se dissout point dans les acides. (Caractéristique.) Oxyde d'argent. Après la précipitation, la liqueur devient acide et le précipité jaune est soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.	L'argent ne colore pas sensiblement les fondants. Chauffés sur le charbon avec la soude, les composés argentiques se réduisent facilement en un culot d'argent, sans donner d'enduit.	O. R.
Le précipité est un sous-sel de palladium soluble dans un excès de potasse. Ce précipité est caractéristique; il ne se forme que lentement dans les liqueurs acides, car il est soluble dans celles-ci. Après la précipitation, la liqueur conserve elle-même une coloration très-foncée.	La chaleur seule décompose les sels de palladium; le métal reste alors sous forme d'éponge grise qui présente quelquefois des teintes irisées.	
Le précipité ne se fait qu'en faisant bouillir la liqueur. Il ne se fait qu'une coloration sans précipité. Rhodium métallique.	La chaleur décompose les sels de rhodium, et le métal reste sous forme d'une masse grise peu soluble dans l'eau régale.	
Insoluble dans un excès de réactif. Le précipité est miroitant.	Les sels de ruthénium se décomposent par la chaleur seule.	
Le précipité n'apparaît qu'après avoir fait bouillir les liqueurs. Chlorure double d'osmium et d'ammoniaque. Osmium métallique.	Les composés osmiques chauffés seuls ou sur le charbon répandent des vapeurs qui irritent les yeux, qui possèdent une odeur désagréable, et qui ont pour propriété d'enlever le sens de l'odorat pour quelque temps.	
	Les composés arsenicaux, chauffés avec de la soude sur le charbon, répandent une odeur alliacée; chauffés de même dans le tube bouché, ils donnent un anneau noir d'arsenic.	
Le précipité, qui est insoluble dans un excès de réactif, se dissout sensiblement dans l'eau. Le précipité est soluble dans un excès de réactif et dans l'ammoniaque.	Borax. Sel de phosphore.	O. R. O. C. F.
Le précipité est soluble dans un excès de potasse; la liqueur brunit alors au contact de l'air. Le précipité est soluble dans l'eau pure. Le précipité verdit au contact de l'air.	Au chalumeau, le vanadium colore le borax et le sel de phosphore en jaune à l'oxydation, et en beau vert au feu de réduction.	O. R.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MÉTAUX.	COULEURS des SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS. HYDROGÈNE SULFURÉ.	SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.	CARBONATE DE SOUDE.	RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
ÉTAIN. . . . . PROTOXYDE.		Soluble.	Soluble.		Potasse.	
		Ces sulfures se reprécipitent en jaune par les acides.			Chlorure d'Or.	
ÉTAIN. . . . . BIOXYDE.		Soluble.	Soluble.		Potasse.	
ANTIMOINE. . . .		Soluble.	Soluble.		Potasse.	
					Zinc.	
OR.		Soluble.	Soluble.		Ammoniaque.	
					Protochlorure d'Étain.	
					Protosulfate de Fer.	
PLATINE.		Soluble.	Soluble.		Sel Ammoniac.	
					Protonitrate de Mercure. . . .	
* IRIDIUM. . . .		Soluble.	Soluble.	Il y a d'abord décoloration, puis coloration bleue sans précipité.	Sel Ammoniac.	
					Zinc.	
					Potasse.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Le précipité est soluble dans un excès de potasse; mais en faisant bouillir la liqueur, l'oxyde se précipite en noir. Quand les liqueurs sont concentrées, le précipité est brun.	Au chalumeau, les composés d'étain, chauffés sur le charbon avec de la soude, donnent un culot d'étain très-malléable, sans enduit.	[redacted]
Soluble dans un excès de potasse; mais la liqueur ne précipite point par l'ébullition.		
Le précipité est soluble dans un excès de potasse. Antimoine métallique insoluble dans les acides étendus. L'eau précipite presque tous les sels d'antimoine.	Les composés d'antimoine, chauffés sur le charbon avec de la soude donnent un culot d'antimoine très-cassant; en même temps il se produit des fumées blanches qui se déposent sur le charbon. Le culot se recouvre d'aiguilles blanches d'oxyde.	[redacted]
Le précipité est du fulminate d'or qui détone vers 150°. Quand les liqueurs sont étendues, le précipité est pourpre; quand elles sont concentrées, il est brun. Dépôt d'or métallique qui colore les liqueurs en bleu-indigo ou en brun pourpre; les liqueurs concentrées sont vertes.	Au chalumeau, les composés d'or sont décomposés par la chaleur seule; sur le charbon, ils laissent un enduit d'or métallique que l'on peut fondre en culot.	[redacted]
Chlorure double de platine et d'ammoniaque laissant du platine pur par la calcination.	Les sels de platine se décomposent par la chaleur seule, et laissent du platine en éponge, infusible à la flamme du chalumeau ordinaire.	
Ce chlorure double est cristallin et brillant; il est caractéristique. Iridium métallique presque insoluble dans l'eau régale. La potasse décolore d'abord les sels d'iridium, puis les liqueurs deviennent d'un bleu-violacé très-beau.	La chaleur seule décompose les sels d'iridium.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
AZOTITES.			Acide Sulfurique.	
AZOTATES.			Acide Sulfurique concentré. . . Acide Sulfurique concentré, avec Sulfate de Fer.	
CHLORATES.			Acide Sulfurique concentré. . .	
* PERCHLORATES.				
* HYPOSULFATES.			Acide Sulfurique concentré. . .	
PERMANGANATES.			Acide Sulfureux.	
* TITANATES. . . . . DANS L'ACIDE CHLORHYDRIQUE.			Noix de Galles. . . . . . Zinc.	
FLUORURES.		Soluble dans les acides forts.	Acide Sulfurique concentré. . .	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Dégagement de vapeurs rutilantes.	Les azotites chauffés avec du bisulfate de potasse, au tube bouché, donnent des vapeurs rutilantes. Sur le charbon, ils fusent légèrement.	
Vapeurs d'acide nitrique reconnaissables à leur odeur; si l'on ajoute au mélange un peu de cuivre, il se produit des vapeurs rutilantes. Les moindres traces d'azotate sont caractérisées par ce mélange, qui se colore en un beau violet. Tous les composés de l'azote et de l'oxygène, à réaction acide, possèdent le même caractère.	Les azotates fusent sur le charbon; avec le bisulfate de potasse au tube bouché, ils donnent des vapeurs rutilantes.	
La liqueur jaunit et répand une odeur d'acide hypochlorique qui est caractéristique.	Les chlorates chauffés seuls dans le tube bouché dégagent de l'oxygène et laissent un chlorure. Avec le bisulfate de potasse, ils donnent du chlore. Ils déflagrent sur le charbon.	
Les perchlorates se distinguent des autres sels par leurs caractères négatifs avec les réactifs ordinaires des sels; ils ne jaunissent point par l'acide sulfurique lorsqu'ils sont purs.	Au chalumeau, les perchlorates donnent de l'oxygène lorsqu'on les chauffe seuls dans le tube bouché. Avec le bisulfate, ils donnent du chlore. Ils déflagrent sur les charbons.	
Rien à froid; mais si l'on chauffe, il se dégage de l'acide sulfureux.	Chauffés seuls au tube bouché, les hyposulfates dégagent de l'acide sulfureux, et laissent un sulfate.	
Tous les permanganates sont colorés en violet. Décoloration de la liqueur; il se produit du sulfate de manganèse.	Chauffés seuls, les permanganates dégagent de l'oxygène. Sur la lame de platine avec de la potasse, ils donnent une coloration verte caractéristique.	
Coloration caractéristique. Coloration.	Les titanates donnent avec le sel de phosphore : Oxydation, — incolore. Réduction, — bleu-violacé.	O. R.
Dégagement de vapeurs (acide fluorhydrique) d'une odeur piquante ayant la propriété d'attaquer le verre; si l'on ajoute au mélange du sel non dissous, avec l'acide sulfurique concentré du sable fin, on voit, lorsque l'on chauffe, se dégager des vapeurs blanches qui donnent un dépôt de silice gélatineux, lorsqu'on les reçoit dans l'eau.	Avec le bisulfate de potasse dans le petit tube, les fluorures donnent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre. Les fluorures mélangés avec du bisulfate et avec l'acide borique, et chauffés à la pointe du fil de platine, colorent la flamme en vert.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
SULFATES.		Insoluble dans tous les réactifs.	Sels de Plomb solubles.	
* MANGANATES ?		devient rouge à l'air.	Acide Sulfureux.	
* FERRATES.				
* OSMITES & *OSMIATES.			Sel ammoniac.	
CHLORURES.	Noircissant à la lumière, insoluble dans les acides, soluble dans l'ammoniaque.		Acide Sulfureux concentré. . . Sels de Plomb solubles.	
BROMURES.	Noircit à la lumière, insoluble dans les acides, peu soluble dans l'ammoniaque.		Acide Sulfurique concentré. . .	
IODURES.	Insoluble dans les acides, et à peine soluble dans l'ammoniaque qui le blanchit.		Acide Sulfurique concentré. . . Empois d'Amidon.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Le précipité blanc de sulfate de plomb est assez soluble dans les acides azotique et chlorhydrique. Est caractéristique pour les sulfates, le précipité donné par le chlorure de barium.	Chauffés avec de la soude sur le charbon, les sulfates donnent des sulfures que l'on reconnaît facilement à la coloration noire que prend une lame d'argent sur laquelle on les met humides; les acides faibles en dégagent de l'hydrogène sulfuré.	
Décoloration de la liqueur. Les manganates sont peu connus; ils sont verts; ils passent au rouge-violet par la simple dissolution dans l'eau.	Les manganates colorent les fondants à la manière du manganèse. Oxydation, — violet. Réduction, — gris.	O. R.
Les ferrates alcalins sont d'un violet très-foncé; ils se décomposent spontanément; ils sont à peine connus.		
Ce précipité réduit par l'hydrogène donne l'osmium. Les osmites et les osmiates sont peu connus; ils donnent tous de l'acide osmique, facile à reconnaître à l'odeur et à l'irritation qu'il produit sur les yeux, lorsqu'on les traite pour de l'acide azotique. Ils sont généralement bruns, très-foncés en masse, et roses lorsqu'ils sont pulvérisés.	Chauffés seuls, les osmites et les osmiates donnent des vapeurs d'acide osmique faciles à reconnaître à leur odeur. L'acide osmique colore la flamme en vert-bleuâtre.	
Dégagement de gaz acide chlorhydrique, facile à reconnaître à ses fumées blanches qui deviennent très-intenses à l'approche de l'ammoniaque. Si l'on ajoute du peroxyde de manganèse au mélange du chlorure et de l'acide sulfurique, il se dégage du chlore. Le précipité blanc de chlorure de plomb est un peu soluble dans l'eau; il cristallise facilement en aiguilles ou en lamelles brillantes caractéristiques.	Les chlorures chauffés avec du bisulfate de potasse, dans le tube bouché, donnent des vapeurs d'acide chlorhydrique. Une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu-pourpré, lorsqu'on y ajoute un chlorure, même en trace imperceptible.	
Il se dégage de l'acide bromhydrique, et du brome est mis en liberté; la liqueur se colore alors en jaune, et si l'on agite avec de l'éther, celui-ci s'empare du brome et vient former à la surface du liquide une couche d'éther colorée en jaune, et la liqueur est décolorée. L'eau chlorée déplace également le brome de ses combinaisons.	Les bromures chauffés dans le tube bouché avec du bisulfate, dégagent des vapeurs de brome caractéristiques. Une perle de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu bordé de vert par la présence des bromures.	
Il se dégage de l'acide iodhydrique, et de l'iode est mis en liberté; il se dépose sous forme de poudre noire et donne des vapeurs violettes caractéristiques lorsque la liqueur s'échauffe. L'eau de chlore déplace également l'iode. L'empois d'amidon colore les dissolutions d'iodures en bleu très-foncé lorsqu'on a préalablement versé un acide ou un peu d'eau de chlore dans la dissolution. (Caractéristique.)	Chauffés dans un tube bouché avec du bisulfate, les iodures donnent des vapeurs violettes d'iode qui se déposent dans la partie froide du tube. Une perle de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en vert-émeraude, en présence des iodures.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
SULFURES.	■		Acides Minéraux.	□
* SÉLÉNIURES.	■		Acides Minéraux.	■
* TELLURURES.	■			
CYANURES.	Soluble dans un excès de cyanure, □ dans l'ammoniaque et l'acide azotique concentré.		Acides Minéraux.	□
			Sulfate de Fer.	■
FERROCYANURES.	□		Sels de Fer au maximum. . . .	■
			Sels de Cuivre.	■
FERRICYANURES.	■		Sels de Fer au minimum. . . .	■
			Sels de Fer au maximum. . . .	■
* NITROPRUSSIATES. . . .	Insoluble dans □ l'acide azotique.		Sulfures Solubles.	■
* SULFOCYANURES.	Insoluble dans □ l'acide azotique.		Sels de Fer au maximum. . . .	■
			Sels de Cuivre au minimum. . .	□

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Dégagement d'hydrogène sulfuré reconnaissable à son odeur, et dépôt de soufre. Les sulfures solubles forment dans les sels métalliques des précipités caractéristiques.	Les sulfures chauffés avec du bisulfate dans le tube bouché, dégagent de l'hydrogène sulfuré pendant qu'il se volatilise du soufre. Sur le charbon au feu d'oxydation, ils dégagent de l'acide sulfureux.	
Dégagement d'hydrogène sélénié, d'une odeur de raifort caractéristique, avec dépôt d'un rouge-brun très-foncé de sélénium. Les séléniures sont peu connus.	Avec le bisulfate dans le tube bouché, les séléniures dégagent de l'hydrogène sélénié. Chauffés sur le charbon, ils répandent l'odeur de raifort et produisent un anneau métallique de sélénium. Dans le tube ouvert, il se sublime du sélénium.	
Les tellurures solubles se décomposent spontanément en laissant déposer du tellure métallique; ils sont moins connus que les séléniures.	Dans le tube ouvert, les tellurures donnent un sublimé blanc cristallin d'acide tellureux. Ils colorent la flamme en bleu-verdâtre.	
Dégagement d'acide cyanhydrique reconnaissable à son odeur d'amande amère; quelquefois la liqueur devient bleue. Le précipité jaune devient bleu à l'air; il est soluble dans un excès de cyanure.	Les cyanures donnent avec le bisulfate dans le tube bouché, un dégagement d'acide cyanhydrique. Les cyanures métalliques chauffés seuls dans le tube bouché, donnent un dégagement de cyanogène qui brûle avec une flamme pourpre lorsqu'on l'enflamme.	
Les ferrocyanures sont jaune-clair. Bleu de Prusse très-foncé. Caractéristique.	Les ferrocyanures chauffés avec du bisulfate dégagent de l'acide cyanhydrique, en même temps la matière bleuit d'abord, puis elle jaunit. Chauffés seuls sur le charbon, ils laissent un mélange de fer carburé, attirable à l'aimant, et un cyanure alcalin soluble.	
Les ferricyanures solubles sont rouge-hyacinthe. Précipité de bleu de Prusse peu foncé. Simple coloration brun-foncé ou verte; ce caractère distingue les ferricyanures des ferrocyanures.	Les ferricyanures se comportent de la même manière; il en est de même des nitroprussiates.	
Il n'y a point précipité; cette coloration est caractéristique.		
Simple coloration caractéristique.	Chauffés avec du bisulfate, les sulfocyanures donnent de l'acide cyanhydrique pendant que du soufre se volatilise; la matière commence par jaunir, puis elle fond et devient brune.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS.
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
HYPOCHLORITES.	Le précipité noircit.		Acides. . . . . Sels de Plomb solubles.	
* BROMATES.			Acide Sulfurique concentré. . .	
HYPOSULFITES.			Acides Minéraux. . . . . Protochlorure d'Étain dans l'Acide Chlorhydrique.	
* HYPOPHOSPHITES. . . .	Réduction de l'argent.		Sels de Mercure au maximum, légèrement Acides.	
ACÉTATES.	Paillettes cristallines, solubles dans l'eau bouillante.		Acide Sulfurique concentré. . .	
* FORMIATES.	Cristallin, noircit par suite de réduction.		Acide Sulfurique concentré. . .	
* IODATES.	Soluble dans l'ammoniaque.		Acide Sulfureux et tous les Corps réducteurs.	
* PÉRIODATES.	Soluble dans l'ammoniaque.		Hydrogène Sulfuré.	
SULFITES.	Se réduit très-facilement.	Soluble dans les acides.	Acides Minéraux.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Dégagement de chlore caractéristique. Le précipité blanc devient brun. (Oxyde de plomb.)	Chauffés avec du bisulfate, les hypochlorites dégagent du chlore. Une perle de phosphore, saturée d'oxyde de cuivre, colore la flamme en bleu-pourpré, en présence des hypochlorites.	
Dégagement de brome qui jaunit la liqueur.	Chauffés seuls, les bromates donnent de l'oxygène. Sur le charbon, ils déflagrent. Avec le bisulfate, ils donnent du brome.	
Dépôt de soufre pendant qu'il se dégage de l'acide sulfureux. (Caractéristique.) Les hyposulfites dissolvent les chlorures, les bromures et les iodures d'argent, de mercure, etc.	Les hyposulfites chauffés seuls dégagent de l'hydrogène sulfuré, il se volatilise du soufre, et il reste un sulfate. Avec du bisulfate, ils dégagent de l'acide sulfureux, et il se volatilise du soufre.	
Le précipité blanc se réduit et donne du mercure métallique.	Chauffés seuls dans le tube bouché, les hypophosphites dégagent de l'hydrogène phosphoré, spontanément inflammable. Il reste un phosphate.	
Dégagement d'acide acétique. (Caractéristique.)	Chauffés avec du bisulfate, les acétates dégagent de l'acide acétique.	
Par la chaleur, il se dégage, avec effervescence, de l'oxyde de carbone que l'on peut enflammer; la matière ne noircit point.	Les formiates chauffés avec du bisulfate dégagent de l'oxyde de carbone.	
Dépôt d'iode caractéristique. Lorsque la liqueur ne contient que des traces d'iodate, le déplacement de l'iode ne peut être caractérisé qu'au moyen de l'amidon ou du sulfure de carbone.	Chauffés seuls, quelques iodates ne dégagent que de l'oxygène; d'autres dégagent en même temps de l'iode. Avec bisulfate, dégagement d'iode. Sur le charbon, ils déflagrent et produisent des vapeurs violettes d'iode.	
Dépôt d'iode. L'acide sulfureux ne réduit point les périodates; il faut avoir recours à l'amidon ou au sulfure de carbone, lorsque le déplacement de l'iode n'est point sensible.	Les périodates se comportent au chalumeau de la même manière que les iodates.	
Dégagement d'acide sulfureux, sans dépôt de soufre. (Caractéristique.)	Chauffés seuls, les sulfites se transforment en sulfures et en sulfates. Avec le bisulfate, dégagement d'acide sulfureux.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
* SÉLÉNITES.	Presque insoluble dans l'acide nitrique.	Soluble dans les acides.	Acide Sulfureux. . . . . Hydrogène sulfuré.	
* SÉLÉNIATES.	Un peu soluble dans l'eau.	Insoluble dans l'acide nitrique.	Acide Chlorhydrique.	
* TELLURITES.	Soluble dans les acides.	Soluble dans les acides.	Hydrogène Sulfuré. . . . . Acide Sulfureux et Sulfites. . .	
* TELLURATES.	Soluble dans les acides.	Soluble dans les acides.	Hydrogène Sulfuré. . . . . Acide Chlorhydrique.	
* PHOSPHITES.	Argent réduit.	Soluble dans les acides.		
* MÉTAPHOSPHATES. . . .	Soluble dans le métaphosphate, l'ammoniaque et les acides.	Soluble dans le métaphosphate et dans les acides.	Albumine dans l'Acide Acétique.	
PYROPHOSPHATES.	Soluble dans les acides, mais insoluble dans un excès de pyrophosphate.	Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.	Sulfate de Magnésie.	
PHOSPHATES.	Soluble dans l'acide azotique et dans l'ammoniaque.	Soluble dans les acides et dans les sels ammoniacaux.	Sulfate de Magnésie rendu Ammoniacal. . . . . Molybdate d'Ammoniaque. . . .	
ARSÉNITES.	Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.	Soluble dans les acides.	Hydrogène Sulfuré. . . . . Appareil de Marsh.	
ARSÉNIATES.	Soluble dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque.	Soluble dans les acides et dans les sels ammoniacaux.	Hydrogène Sulfuré. . . . . Appareil de Marsh.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.
Dépôt de sélénium rouge hyacinthe devenant noir. Soluble dans l'ammoniaque.	Les sélénites et les séléniates se comportent au chalumeau comme les sulfates, à l'exception toutefois qu'ils dégagent une odeur de raifort caractéristique, et qui les distingue des sulfates.
Dégagement de chlore, surtout lorsqu'on chauffe; le séléniate se transforme alors en sélénite facile à caractériser par l'acide sulfureux.	
Soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque. Tellure métallique.	Les tellurites et les tellurates chauffés sur le charbon produisent des vapeurs blanches qui n'ont pas d'odeur quand elles sont pures, et qui donnent un enduit blanc. Ils colorent la flamme en beau vert.
Le précipité se forme lentement; il est soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque. Dégagement de chlore, surtout lorsqu'on chauffe la liqueur, et le tellurate se change en tellurite.	Les tellurates chauffés dans le tube bouché donnent de l'oxygène et se transforment en tellurites en devenant jaunes ou bruns.
	Chauffés seuls ou avec du bisulfate de potasse, les phosphites dégagent de l'hydrogène phosphoré. Au fil de platine avec de l'acide sulfurique, ils colorent la flamme en vert-jaunâtre.
Albumine coagulée. Les métaphosphates ne précipitent point les sels de magnésie.	Tous les composés oxygénés du phosphore, chauffés au fil de platine avec de l'acide sulfurique, colorent la flamme en vert-jaunâtre.
Le précipité est soluble dans un excès de pyrophosphate et dans un excès de sulfate de magnésie; l'ébullition détermine de nouveau le précipité, qui ne se redissout plus.	
Phosphate ammoniaco-magnésien cristallin. Il faut que le molybdate soit dissous dans l'acide azotique étendu.	
Soluble dans l'ammoniaque et dans le sulfhydrate d'ammoniaque. Taches brunes obtenues sur la porcelaine.	Chauffés sur le charbon, les arsénites et les arséniates répandent une odeur d'ail caractéristique.
Le précipité apparaît lentement; il a lieu de suite lorsqu'on ajoute à la liqueur un sulfite ou de l'acide sulfureux; il est soluble dans l'ammoniaque et dans le sulfhydrate d'ammoniaque. Mêmes taches brunes qu'avec les arsénites. Est caractéristique. Pour les arséniates, le précipité de l'azotate d'argent.	Chauffés avec de la soude au tube bouché, ils donnent un anneau miroitant noir d'arsenic métallique. Avec l'acide sulfurique, ils colorent la flamme en bleu livide.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
CARBONATES.	Soluble dans les acides.	Soluble dans les acides.	Acides. . . . . Sulfate de Magnésie.	
BICARBONATES.	Soluble dans les acides.	Soluble dans les acides.	Acides. . . . . Sulfate de Magnésie.	
BORATES.	Soluble dans un excès d'eau, les acides et l'ammoniaque.	Soluble dans un grand excès d'eau, dans les sels ammoniacaux et les acides.	Sels de Mercure au maximum. . Sels de Mercure au minimum. .	
SILICATES.	Soluble dans un grand excès d'eau.	Soluble dans les acides.	Acide Chlorhydrique.	
* TANTALATES.	Soluble dans l'ammoniaque; l'acide azotique le décompose.		Acides Minéraux. . . . . Noix de Galle.	
* HYPONIOBATES.	L'ammoniaque colore le précipité en brun, puis le dissout totalement.		Cyanure de Potassium. . . . . Noix de Galle. . . . . Zinc.	
* NIOBATES.	Brunit par l'ammoniaque, puis s'y dissout.		Cyanures de Potassium.	
CHROMATES NEUTRES. . . ET ACIDES.	Soluble dans les acides.	Soluble dans les acides.	Sels de Plomb. . . . . Acide Sulfureux.	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Dégagement d'acide carbonique avec effervescence. Carbonate de magnésie.	Les carbonates et les bicarbonates chauffés avec du bisulfate de potasse, donnent naissance à un dégagement d'acide carbonique.	
Dégagement d'acide carbonique avec effervescence. Il n'y a pas précipité, mais si l'on porte la liqueur à l'ébullition, il se précipite du carbonate de magnésie. (Caractéristique.)		
Soluble dans un grand excès d'eau.	Chauffés seuls, les borates donnent des perles vitreuses. Au fil de platine avec de l'acide sulfurique, ils colorent la flamme en vert-jaunâtre. Même coloration avec bisulfate et spath fluor, ce qui les distingue des phosphates.	
Silice gélatineuse soluble dans un excès d'acide.	Les silicates chauffés avec de la soude ou bien seuls, donnent des perles vitreuses.	
Précipité d'acide tantalique. Pour obtenir le précipité, il faut acidifier légèrement la liqueur.	Les tantalates ne colorent point les fondants ; ils se dissolvent en grande quantité dans la perle de phosphore. Au chalumeau, ils ne présentent rien de saillant.	
Précipité blanc épais. Il faut que la liqueur soit acidifiée. Il faut également acidifier.	Chauffés seuls, les hyponiobates et les niobates sont jaunes à chaud, et redeviennent incolores à froid. Ils colorent les fondants. Au feu de réduction, bleu-violacé. Au feu d'oxydation, incolore.	O. R.
Pas de précipité, ce qui les distingue des hyponiobates, les autres réactifs présentant les mêmes caractères qui ont été décrits pour les hyponiobates.	Il faut que la perle soit bien saturée d'acide pour obtenir la coloration bleu-violacé.	
Soluble dans la potasse. Réduction de l'acide chromique qui passe à l'état de sel de chrome. Les chromates neutres sont jaune-d'or. Les chromates acides sont jaune-orangé.	Tous les composés du chrome colorent les fondants en vert-émeraude, tant au feu d'oxydation qu'au feu de réduction.	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SELS.	RÉACTIFS PRINCIPAUX AVEC LES COULEURS DES PRÉCIPITÉS.		RÉACTIFS PARTICULIERS.	COULEURS des PRÉCIPITÉS
	AZOTATE D'ARGENT.	CHLORURE DE BARIUM.		
* STANNATES.	Décomposé par l'ammoniaque.	Soluble dans les acides.	Acides étendus	
* ANTIMONIATES.	Soluble dans l'ammoniaqne.	Soluble dans les sels ammoniacaux.	Acide Chlorhydrique étendu. . .	
VANADATES.	Soluble dans les acides et dans l'ammoniaqne.	Un peu soluble dans l'eau.	Tannin. . . . . . Sulfhydrate d'Ammoniaque. . .	
* TUNGSTATES.			Acide Sulfurique. . . . . . Zinc.	
* MOLYBDATES.			Ferrocyanure de Potassium. . . Zinc.	
OXALATES.		Soluble dans les acides.	Sels de Chaux solubles. . . . . Acide Sulfurique concentré . .	
TARTRATES.	Il y a réduction de l'argent par l'ébullition.	Soluble dans les acides.	Acide Sulfurique concentré. . .	
* CITRATES.	Par l'ébullition, il y a réduction partielle de l'argent.	Se redissout dans un excès de citrate, puis se reprécipite.	Acide Sulfurique concentré. . .	

Digitized by Google

OBSERVATIONS.	CARACTÈRES AU CHALUMEAU.	
Le précipité d'acide stannique est soluble dans un xcès d'acide.	Les stannates chauffés sur le charbon seuls, ou plutôt avec de la soude ou du cyanure de potassium, donnent un culot d'étain métallique.	
Le précipité est soluble dans un excès d'acide.	Les antimoniates chauffés seuls sur le charbon, ou avec de la soude ou du cyanure, donnent un culot cassant d'antimoine, entouré d'un anneau blanc et qui donne des vapeurs blanches lorsqu'on le chauffe.	
Combinaison de tannin avec l'acide vanadique. (Caractéristique.) Précipité brun soluble dans un excès de sulfhydrate. Liqueur pourpre.)	Les vanadates colorent les fondants : Feu d'oxydation, jaune. Feu de réduction, vert.	O. R.
Combinaison de l'acide tungstique avec l'acide sulfu-ique. Simple coloration ; il faut acidifier la liqueur par l'a-ide chlorhydrique.	Les tungstates colorent le sel de phosphore : Au feu d'oxydation, incolore. Feu de réduction, bleu-violacé.	O. R.
Soluble dans l'ammoniaque. Simples colorations d'abord, puis précipité brun. Il ıut acidifier la liqueur par l'acide chlorhydrique.	Les molybdates colorent les fondants : Sel de phosphore. Borax.	O. R. O. R.
Le précipité est soluble dans les acides azotique et ılorhydrique, mais insoluble dans l'acide acétique. A froid, il ne se fait rien ; mais lorsque l'on chauffe, se dégage de l'oxyde de carbone et de l'acide car-ɔnique.	Les oxalates calcinés seuls laissent ordinairement un carbonate de la base. Chauffés avec du bisulfate, ils donnent de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique.	
A froid, il ne se fait rien ; mais lorsque l'on chauffe, matière noircit, et il se dégage de l'acide sulfureux.	Chauffés seuls, les tartrates répandent l'odeur du sucre brûlé. (Caractéristique.) Avec le bisulfate, la matière noircit, puis il se dégage de l'acide sulfureux.	
A froid, il ne se fait rien ; à chaud, il se dégage de ıxyde de carbone, et la matière ne noircit point.	Chauffés avec du bisulfate, les citrates dégagent de l'oxyde de carbone, et la matière ne noircit point.	

Digitized by Google

Digitized by Google

MARCHE MÉTHODIQUE

A SUIVRE

DANS L'ANALYSE QUALITATIVE DES MÉTAUX.

La marche méthodique à suivre dans l'analyse qualitative, que je donne ici pour reconnaître les métaux, est simple; elle est faite de telle sorte que, en supposant, ce qui n'arrive jamais, qu'une liqueur contienne tous les métaux, et je n'en excepte que quelques-uns très-rares, tels que le niobium, le thorium, le didyme et autres métaux de la même famille, le chimiste le moins exercé pourra les séparer les uns des autres et les caractériser, s'il suit avec soin toutes les opérations qui y sont décrites.

Je fais figurer dans ma méthode certains métaux que l'on considère comme rares, mais qui cependant se rencontrent quelquefois dans les matières les plus communes, et qui échappent souvent à l'analyse.

EXAMEN PHYSIQUE.

Quand la matière à analyser est solide, on examine d'abord ses propriétés physiques : *couleur*, *éclat*, *densité*, *dureté*, *forme*

Digitized by Google

cristalline, etc., etc. Les propriétés physiques des liquides doivent également être examinées.

ESSAIS AU CHALUMEAU.

Lorsque la matière est solide, il est bon, avant de la dissoudre, de la soumettre aux divers réactifs du chalumeau pour apprécier, *à priori*, les principaux métaux et les principaux acides dont elle est composée.

On commencera toujours par introduire, gros comme un grain de millet, de la matière dans un petit tube bouché à une de ses extrémités. On essuie la paroi interne du tube avec du papier à filtre enroulé, de manière à enlever toute poussière et toute humidité ; on introduit dans le tube un papier rouge de tournesol et un papier bleu, ensuite l'on chauffe légèrement d'abord, puis enfin fortement, en s'aidant même du chalumeau. Pendant cette opération, l'on examine comment se comporte la matière : par exemple, si elle change de couleur, et si ce changement se maintient après le refroidissement, si elle est fusible, si elle se boursoufle avant de fondre, si elle est volatile, si elle dégage de l'eau (on s'assure si cette eau est acide, alcaline, ou neutre), si elle contient des matières organiques reconnaissables à leur odeur de *brûlé*, si elle dégage des vapeurs colorées ou odorantes, etc., etc.

Les autres essais que l'on doit faire au chalumeau sont décrits au chapitre des Essais au chalumeau.

Digitized by Google

PARTIE SOLUBLE DANS L'EAU.

On met un peu de la matière de côté pour répéter les essais, si cela devenait nécessaire, puis on pulvérise le reste et on le fait bouillir avec de l'eau distillée, pour séparer la partie soluble dans l'eau de la partie insoluble, lorsqu'il y en a une; on filtre, et la liqueur est traitée par les réactifs ordinaires, comme il va être dit plus loin, après toutefois s'être assuré si elle contient quelque chose, ce que l'on reconnaît en en évaporant quelques gouttes sur la lame de platine.

La partie insoluble est lavée sur le filtre, jusqu'à ce que les eaux de lavage passent bien pures.

ATTAQUE DES MATIÈRES INSOLUBLES DANS L'EAU,

PAR LES ACIDES.

La partie insoluble dans l'eau, bien lavée, est traitée par les acides. Lorsque le chalumeau aura décelé la présence de l'argent et du plomb, on emploiera l'acide azotique seul; dans tous les autres cas, on attaque la matière par l'eau régale. On évapore à sec, on reprend de nouveau la matière par le même acide, on fait bouillir pendant quelque temps, on évapore le plus possible l'excès d'acide, puis on étend d'eau distillée en observant bien si cette eau qu'on ajoute ne détermine point de précipité, comme cela arrive lorsqu'on opère en présence de l'étain, de l'antimoine, du bismuth, etc. Dans le cas où il y a précipité, on redissout celui-ci au moyen de l'acide employé pour dissoudre la matière. Enfin l'on filtre la liqueur pour séparer la partie insoluble dans les acides : cette partie insoluble

Digitized by Google

est lavée sur le filtre avec de l'eau distillée ; on la dessèche ensuite pour lui faire subir plus tard le traitement à la potasse qui sera décrit plus loin.

Après avoir ainsi opéré la dissolution de la matière dans l'eau et dans les acides, on fait subir aux liqueurs les traitements qui vont suivre.

Il faut se rappeler qu'on doit toujours mettre de côté une partie de la liqueur qu'on essaye, afin de pouvoir contrôler au besoin les premiers essais, et, comme on le verra plus loin, pour servir à caractériser la présence des sels ammoniacaux. On ne doit opérer que sur des liqueurs légèrement acides.

TRAITEMENT PAR L'HYDROGÈNE SULFURÉ.

Après s'être assuré que la dissolution de la matière précipite par l'hydrogène sulfuré en dissolution, on fait passer dans la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que quelques gouttes de la liqueur filtrées ne précipitent plus par ce réactif en dissolution. Alors on filtre pour séparer les sulfures qui ont pris naissance, on lave ensuite ces sulfures avec de l'eau distillée contenant un peu d'hydrogène sulfuré, pour empêcher la sulfatisation de certains métaux.

Les métaux qui sont précipités dans cette opération sont :

Le *cadmium*, le *plomb*, le *bismuth*, le *cuivre*, le *mercure*, l'*argent*, le *molybdène*, l'*arsenic*, l'*étain*, l'*antimoine*, l'*or*, le *platine* et tous les métaux qui accompagnent ce dernier métal dans sa mine : *palladium*, *rhodium*, *ruthénium*, *iridium* et *osmium*, enfin du *soufre*.

Digitized by Google

SULFURES SOLUBLES DANS LE SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.

Les sulfures des métaux précédents, une fois bien lavés, son mis en digestion, à une douce chaleur, dans un excès de sulfhydrate d'ammoniaque, qui a la propriété de dissoudre les sulfures d'*arsenic*, d'*étain*, d'*antimoine*, de *molybdène*, d'*or*, de *platine* et d'*iridium*.

On filtre la liqueur, les sulfures insolubles dans le sulfhydrate restent sur le filtre, sur lequel on les lave avec beaucoup de soin avec de l'eau distillée contenant un peu de sulfhydrate d'ammoniaque.

On sature le sulfhydrate d'ammoniaque qui a filtré, par un petit excès d'acide chlorhydrique étendu, les sulfures en dissolution se précipitent de nouveau, mélangés d'un excès de soufre; on les jette sur un filtre où on les lave à l'eau distillée; enfin, on les caractérise de la manière suivante :

ARSENIC. On verse sur le filtre où sont les sulfures, de l'ammoniaque qui filtre en entraînant le sulfure d'arsenic s'il y en a dans le précipité.

La liqueur ammoniacale filtrée est saturée par l'acide chlorhydrique qui reprécipite le sulfure d'arsenic avec sa couleur jaune caractéristique et qui doit être complétement volatil lorsqu'on le chauffe sur la lame de platine ou dans un petit tube bouché.

Les sulfures qui restent sur le filtre sont lavés de nouveau, séchés et calcinés dans une petite capsule pour chasser le soufre, après refroidissement de la capsule, on traite par de l'acide chlorhydrique bouillant qui transforme les sulfures d'étain et d'antimoine en chlorures de ces métaux. Le molybdène, l'or, le platine et l'iridium restent sous forme de poudre noire, qu'on lave à l'eau distillée.

ANTIMOINE. A la dissolution des chlorures d'étain et d'anti-

Digitized by Google

moine, on ajoute de l'acide tartrique et l'on étend d'eau; puis, dans une partie de la liqueur, on plonge une lame d'étain bien propre; s'il y a de l'antimoine, il se précipite sur l'étain, sous forme de poudre noire qui, réunie en culot, donne un métal cassant.

ÉTAIN. On caractérise l'étain en versant, dans l'autre partie de la liqueur, de la potasse en excès, de manière à redissoudre le précipité qui se forme, puis on porte la liqueur à l'ébullition, on voit bientôt l'étain se précipiter sous forme de poudre noire; cette poudre fondue sur un charbon avec un peu de cyanure de potassium, donne un culot métallique d'étain très-malléable.

Il est bon de rappeler aussi que les dissolutions d'étain et d'antimoine donnent, avec l'hydrogène sulfuré, des précipités colorés caractéristiques.

MOLYBDÈNE. Le molybdène, l'or, le platine et l'iridium se trouvent dans le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique, comme il a été dit plus haut. On attaque donc ce résidu, d'abord par de l'acide sulfurique concentré et bouillant, s'il existe du molybdène dans le résidu, la liqueur prend une coloration bleue des plus intenses, due à un sulfate de molybdène qui se forme.

IRIDIUM. On décante la liqueur bleue et on lave le résidu avec de l'eau distillée, puis on le traite avec de l'eau régale de moyenne concentration qui dissout l'or et le platine, et laisse l'iridium comme résidu.

OR, PLATINE. On évapore l'eau régale presque à siccité, on reprend par quelques gouttes d'eau, puis on caractérise l'or en versant dans la moitié de la liqueur un peu de protochlorure d'étain, qui donne naissance à un précipité de pourpre de Cassius. L'autre moitié de la liqueur est additionnée de sel ammoniac qui forme un précipité jaune caractéristique s'il y a du platine.

Digitized by Google

SULFURES INSOLUBLES DANS LE SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.

Les métaux précipités par l'hydrogène sulfuré, et dont les sulfures ne se sont point dissous dans le sulfhydrate d'ammoniaque, sont caractérisés de la manière suivante :

OSMIUM. On traite ces sulfures par l'acide azotique concentré et bouillant, dans une capsule de porcelaine ; s'ils contiennent de l'osmium, il se dégage à l'état d'acide osmique, facile à reconnaître à son odeur particulière et à l'irritation qu'il produit sur les yeux. On évapore le plus possible l'excès d'acide azotique puis on reprend par de l'eau distillée : il est bon d'observer ici si l'eau que l'on ajoute ne détermine point de précipité comme il a déjà été dit plus haut, ce qui serait l'indice de la présence du bismuth ; dans ce cas on ferait disparaître le précipité au moyen de quelques gouttes d'acide azotique.

PLOMB. Le plomb reste à l'état de sulfate de plomb qui est blanc, le mercure, le rhodium et le ruthénium à l'état de sulfures non attaqués, le tout mélangé à du soufre mou. On décante la liqueur acide, on lave le résidu à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, et on y caractérise le plomb en versant dessus de la potasse qui dissout le sulfate de plomb ; on décante la potasse, et on y verse de l'hydrogène sulfuré, qui détermine un précipité noir de sulfure de plomb.

MERCURE. Les sulfures de mercure, de rhodium et de ruthénium lorsqu'il y en a, sont lavés de nouveau à l'eau distillée pour enlever la potasse qui les mouille, puis on les fait sécher. Enfin, on les introduit dans un petit tube bouché et on les chauffe fortement, s'il y a du mercure son sulfure se volatise complétement et se condense dans la partie froide du tube, sous forme d'enduit couleur de cinabre et cristallin ; comme de petites quan-

Digitized by Google

tités de sulfure de mercure pourraient être masquées par du soufre qui se volatilise; en même temps, il est bon de caractériser le mercure en faisant dissoudre la partie volatilisée dans de l'eau régale : la dissolution filtrée doit précipiter en jaune par la potasse.

RHODIUM. Le résidu non volatil est fondu avec du bisulfate de potasse qui n'attaque que le rhodium en prenant une teinte rose, qu'il communique à la liqueur lorsqu'on reprend par l'eau.

RUTHÉNIUM. Le ruthénium reste insoluble à l'état d'oxyde brun; cet oxyde se dissout dans la potasse en fusion en formant un ruthéniate de potasse qui colore l'eau en brun.

ARGENT. On verse quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans la liqueur acide séparée du sulfate de plomb et des sulfures de mercure, de rhodium et de ruthénium; s'il se forme un précipité blanc cailleboté, soluble dans l'ammoniaque, on est assuré de la présence de l'argent.

CUIVRE. La liqueur est bleue lorsqu'elle renferme du cuivre, elle devient verte lorsqu'on y ajoute l'acide chlorhydrique pour caractériser l'argent; enfin, lorsqu'on a séparé, par décantation, le chlorure d'argent quand il y en a; on reconnaît le cuivre à la teinte bleue très-intense que prend le liquide lorsqu'on y verse de l'ammoniaque en excès. Lorsque la liqueur ne contient pas assez de cuivre pour être colorée en bleu, on s'assure tout de même de la présence de ce métal en versant, dans quelques gouttes de la liqueur, du ferrocyanure de potassium qui colore la dissolution en rose-pourpre.

BISMUTH. Si l'ammoniaque que l'on a versée dans le liquide pour y caractériser le cuivre, y détermine un précipité blanc insoluble dans un excès d'ammoniaque et insoluble dans la potasse, c'est l'indice de la présence du bismuth; si le précipité se dissolvait dans la potasse, il serait dû à du plomb, car le sulfate de plomb n'étant pas tout à fait insoluble dans les liqueurs

Digitized by Google

acides, il en reste souvent en dissolution ; il est donc important de s'assurer si le précipité obtenu par l'ammoniaque est soluble ou non dans la potasse.

PALLADIUM. Le cadmium et le palladium restent en dissolution dans la liqueur ammoniacale, et, lorsque celle-ci est incolore, on s'assure de la présence de ces métaux en y versant de l'iodure de potassium, qui précipite tout le palladium à l'état d'iodure ammoniacal jaune-orangé lorsqu'on sature l'excès d'ammoniaque par l'acide chlorhydrique.

CADMIUM. Lorsqu'on a séparé l'iodure de palladium ammoniacal par filtration, on verse dans la liqueur de l'hydrogène sulfuré, qui précipite alors du sulfure de cadmium, dont la couleur jaune est caractéristique.

Lorsque le cuivre existe dans la liqueur, il faut, avant d'y verser l'hydrogène sulfuré, y ajouter du cyanure de potassium en quantité suffisante pour décolorer le liquide, on peut alors y verser l'hydrogène sulfuré, qui précipite le sulfure jaune de cadmium sans agir sur le cuivre.

TRAITEMENT PAR LE SULFHYDRATE D'AMMONIAQUE.

La liqueur mère qui a été traitée par de l'hydrogène sulfuré, et séparée par filtration des sulfures précédents, est soumise à l'action du sulfhydrate d'ammoniaque employé en petit excès. Il peut se précipiter alors les corps suivants :

Du *soufre*, des sulfures de *fer*, de *manganèse*, de *cobalt*, de *nickel*, de *zinc* et d'*uranium*, des oxydes de *chrome* et de *cérium*, de l'acide *titanique*, de l'*alumine*, de la *glucine*, des *phosphates*, *borates* et *oxalates* terreux et alcalino-terreux.

NICKEL, COBALT. On lave le précipité avec de l'eau contenant

Digitized by Google

un peu d'hydrogène sulfuré pour empêcher la sulfatisation, puis on le fait digérer à une douce chaleur dans l'acide chlorhydrique étendu de 7 à 8 fois son volume d'eau, qui dissout tout, à l'exception des sulfures de cobalt et de nickel, qui restent mélangés avec le soufre. On filtre la liqueur acide, on lave le résidu insoluble qui reste sur le filtre, on le dessèche et on le calcine dans une capsule de porcelaine pour chasser le soufre qui brûle ou se volatilise; puis, après avoir laissé refroidir la capsule, on traite le résidu par de l'eau régale, on évapore le plus possible l'excès d'acide et on reprend par l'eau. On verse alors dans la liqueur de l'ammoniaque qui redissout le précipité qui se forme d'abord et qui colore le liquide soit en bleu-violacé très-beau quand il n'y a que du nickel, soit en brun-clair, fonçant beaucoup à l'air, si c'est du cobalt.

Pour s'assurer si la liqueur ammoniacale ne renferme pas les deux métaux à la fois, on y ajoute un peu de sel ammoniac, puis de la potasse en excès; au bout de quelque temps, on voit le nickel se précipiter à l'état d'oxyde vert, tandis que la liqueur reste colorée en rose on en bleu-violacé quand elle renferme du cobalt.

La liqueur chlorhydrique, qui a dissous les sulfures et les oxydes dont il est question dans ce deuxième traitement, est additionnée de quelques gouttes d'acide azotique, et portée à l'ébullition, opération qui a pour but de faire passer le fer au maximum d'oxydation, puis on y caractérise les métaux de la manière suivante :

On ajoute à la liqueur du chlorhydrate d'ammoniaque pour empêcher que l'ammoniaque ne précipite le manganèse, puis on y verse de l'ammoniaque; il se fait alors un précipité d'un jaune pur avec l'urane, jaune-rouille avec le fer, gris-verdâtre avec le chrôme et blanc avec l'oxyde titanique, l'oxyde de cérium (celui-ci jaunit à l'air), la glucine, l'alumine et les phosphates,

Digitized by Google

borates et oxalates terreux et alcalino-terreux, ou bien un mélange de tous ces corps.

MANGANÈSE, ZINC. On jette le précipité sur un filtre et la liqueur ammoniacale qui filtre contient le manganèse et le zinc; on s'assure que ces métaux existent dans la dissolution en versant du sulfhydrate d'ammoniaque dans quelques gouttes de la liqueur; s'il y a un précipité, on verse un excès de potasse dans le liquide ammoniacal et l'on fait bouillir tant qu'il se dégage de l'ammoniaque, on voit alors se former un précipité blanc qui brunit rapidement s'il y a du manganèse; ce précipité doit colorer les fondants en violet-améthiste au feu d'oxydation. La liqueur potassique retient le zinc d'où on le précipite en blanc par le sulfhydrate d'ammoniaque.

URANIUM. Le précipité obtenu avec l'ammoniaque est lavé avec soin sur le filtre avec de l'eau distillée, puis on le fait digérer à une douce température dans le bicarbonate d'ammoniaque qui dissout l'urane, la glucine et l'oxyde de cérium. On fait filtrer et la liqueur filtrée, portée à l'ébullition, abandonne, à l'état de carbonates, les oxydes qu'elle avait dissous; les carbonates de glucine et de cérium sont blancs, le carbonate double d'urane et d'ammoniaque qui prend naissance dans cette réaction, est d'un beau jaune caractéristique; la coloration plus ou moins jaune du précipité est donc un indice de la présence de l'urane; ce précipité doit, du reste, colorer les fondants en vert-émeraude au feu de réduction, et en vert-jaunâtre au feu d'oxydation. Il ne faut point oublier que l'oxyde de fer se dissout un peu dans les carbonates alcalins.

GLUCINE. On s'assure de la présence de la glucine en traitant le précipité par une dissolution de potasse qui dissout la glucine. On filtre, on sature la liqueur filtrée par l'acide chlorhydrique, et on précipite la glucine par l'ammoniaque.

Digitized by Google

CÉRIUM. On sépare le cérium de l'urane en dissolvant les deux carbonates séparés de la glucine, comme il vient d'être dit, dans l'acide chlorhydrique étendu ; on verse ensuite dans la liqueur de l'acide oxalique, qui forme immédiatement un précipité blanc d'oxalate de cérium lorsque ce métal existe dans la liqueur.

CHROME. On lave de nouveau le précipité séparé des bases précédentes par le bicarbonate d'ammoniaque, puis on l'arrose sur le filtre avec de la potasse qui dissout l'alumine et l'oxyde de chrome. Quand la liqueur potassique qui filtre est verte, c'est l'indice qu'elle renferme du chrome, il suffit alors de la faire bouillir pour que l'oxyde de chrome se précipite entièrement avec sa teinte verdâtre.

ALUMINE. La liqueur potassique, séparée de l'oxyde de chrome par filtration, peut renfermer de l'alumine dont on caractérise la présence en saturant la potasse par l'acide chlorhydrique, puis en y versant du carbonate d'ammoniaque qui précipite l'alumine.

FER. Après le traitement du précipité par la potasse, le fer et le titane restent sur le filtre avec les phosphates, les borates, et les oxalates terreux et alcalino-terreux ; on les lave à l'eau distillée pour enlever la potasse, puis on dissout une partie de ce résidu dans l'acide chlorhydrique étendu. Quelques gouttes de la liqueur donnent un précipité de bleu de Prusse avec le ferrocyanure de potassium, ce qui caractérise le fer.

TITANE. Dans une partie de la liqueur acide on plonge une lame de zinc qui détermine une coloration bleue, lorsque le titane existe dans la dissolution.

OXALATES. Enfin dans l'autre partie de la liqueur acide, on fait dissoudre de l'acide tartrique en excès, puis on y verse de l'ammoniaque qui détermine la précipitation des oxalates de

Digitized by Google

chaux, de baryte et de strontiane s'il y en avait dans la matière. Les bases de ces oxalates se caractérisent en calcinant le précipité séparé par filtration, le résidu de la calcination est repris par l'acide chlorhydrique étendu, et on opère la séparation des bases alcalino-terreuses et terreuses comme il va être dit plus loin.

PHOSPHATES. On verse dans la liqueur ammoniacale, séparée des oxalates, s'il y en a, du sulfate de magnésie saturé de sel ammoniac, de manière qu'il ne précipite point par l'ammoniaque, et on laisse la liqueur en repos après l'avoir agitée vivement; s'il y a de l'acide phosphorique, il se précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien cristallin, qui adhère fortement aux parois des vases où se fait la précipitation, et qui doit devenir jaune en présence de l'azotate d'argent.

Le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien ne se forme quelquefois que vingt-quatre ou quarante-huit heures après.

BORATES. On caractérise les borates en desséchant l'autre partie du résidu laissée sur le filtre (voir le fer), puis, après avoir mélangé ce résidu avec du bisulfate de potasse et du fluorure de calcium en poudre très-fine, on chauffe le mélange au chalumeau sur le fil de platine s'il y a de l'acide borique dans le résidu, la flamme se colore en vert; cette réaction est très-sensible, et permet de retrouver des traces d'acide borique.

VANADIUM. La liqueur mère, précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque et séparée, par filtration, des sulfures et des oxydes dont il vient d'être parlé, est coloré en brun-pourpre plus ou moins foncé lorsqu'elle renferme du vanadium dont le sulfure est soluble dans le sulfhydrate : on caractérise ce métal en versant dans la liqueur de l'acide chlorydrique qui précipite du sulfure de vanadium brun mélangé avec un grand excès de soufre qui masque souvent sa présence; on filtre, on lave le précipité, on le dessèche, puis on le calcine dans une petite capsule de porcelaine; le soufre se volatilise et le sulfure de

Digitized by Google

vanadium se grille ensuite et laisse un résidu brun très-fusible d'acide vanadique très-soluble dans l'ammoniaque, et les alcalis fixes.

TRAITEMENT PAR LE CARBONATE D'AMMONIAQUE.

BARYTE, STRONTIANE, CHAUX. Les métaux précédents ayant été séparés par l'hydrogène sulfuré et par le sulfhydrate d'ammoniaque, de la liqueur mère, on porte celle-ci à l'ébullition pour chasser l'excès de sulfhydrate. On filtre après pour séparer le soufre qui se dépose pendant l'ébullition, puis, dans la liqueur filtrée, on verse un petit excès de carbonate d'ammoniaque, ou plutôt de bicarbonate de la même base, qui précipite à l'état de carbonates : la baryte, la strontiane et la chaux ; mais qui retient en dissolution la magnésie. On filtre, on lave les carbonates avec de l'eau distillée, puis on les traite par de l'acide hydrofluosilicique employé en excès. La baryte reste à l'état d'hydrofluosilicate de baryte insoluble, tandis que la strontiane et la chaux se dissolvent. On s'assure de la présence de ces deux bases en versant d'abord dans une partie de la liqueur acide de la dissolution saturée de sulfate de chaux, qui précipite la strontiane à l'état de sulfate. On caractérise la chaux en versant dans l'autre partie de la liqueur une dissolution d'oxalate de strontiane.

MAGNÉSIE. La liqueur mère, après avoir précipité les carbonates de baryte, de strontiane et de chaux, est évaporée à siccité, puis calcinée pour volatiliser tous les sels ammoniacaux qu'elle renferme. On reprend le résidu par l'eau distillée, et s'il reste une partie blanche insoluble, on peut être assuré de la présence de la magnésie, facile à reconnaître en la dissolvant dans un acide et en traitant la liqueur par les réactifs particuliers de la magnésie.

Digitized by Google

Il arrive toujours que lorsque la matière contenait du manganèse, le résidu de magnésie est coloré en brun-foncé par du manganèse qui a échappé au sulfhydrate d'ammoniaque ; il devient donc nécessaire de bien caractériser la magnésie, au moyen des réactifs qui lui sont propres lorsque le résidu est coloré en brun, car ce résidu pourrait bien n'être que de l'oxyde de manganèse.

RECHERCHE DES MÉTAUX ALCALINS.

Quand on a évaporé la liqueur et calciné pour chasser les sels ammoniacaux comme il vient d'être dit pour rechercher la magnésie, s'il reste un résidu qui soit soluble en entier ou en partie dans l'eau, on peut être assuré de la présence de la potasse, de la soude ou de la lithine, ou bien de ces diverses bases ensemble ; on opère alors de la manière suivante :

LITHINE, POTASSE. On sature, aussi exactement que possible, les carbonates alcalins par de l'acide chlorhydrique, on concentre la dissolution, puis on l'essaye au chalumeau avec un fil de platine, afin de s'assurer de la présence de la lithine qui est caractérisée par la coloration rouge-carmin que prend la flamme. Ensuite, on divise la liqueur en deux parties ; dans l'une, on verse du bichlorure de platine qui donne un précipité jaune-cristallin de chloroplatinate de potasse, quand cette base existe dans la liqueur ; pour que cette réaction soit nette il faut se rappeler que la liqueur doit être assez concentrée ; le précipité ne se forme quelquefois qne vingt-quatre heures après.

SOUDE. Dans l'autre partie du liquide, on verse du biméta-antimoniate de potasse et on l'agite fortement avec une baguette de verre ; s'il y a de la soude, on obtient un précipité blanc, grenu, de biméta-antimoniate de soude. On peut aussi caracté-

Digitized by Google

riser la soude à la coloration jaune qu'elle communique à la flamme du chalumeau.

AMMONIAQUE. Enfin on s'assure de la présence des sels ammoniacaux, en opérant sur la liqueur primitive dont on a fait une réserve.

Il suffit alors de traiter cette liqueur par un excès de potasse et de chauffer dans un tube ; s'il existe des sels ammoniacaux, il se dégage de l'ammoniaque gazeuse facile à reconnaître à son odeur et à son action sur le papier rouge de tournesol.

TRAITEMENT DE LA PARTIE INSOLUBLE DANS LES ACIDES.

SILICE. La partie insoluble dans les acides est traitée par de la potasse fondue au creuset d'argent. On doit projeter la matière pulvérisée en poudre très-fine, par petites portions dans la potasse en fusion ; l'attaque est terminée après quelques minutes de contact avec l'alcali fondu. On laisse refroidir, puis on dissout la masse dans l'eau, on verse le tout dans une capsule de porcelaine, on sature par un excès d'acide chlorhydrique, puis on évapore à sec, on reprend de nouveau par de l'acide chlorhydrique, on fait bouillir quelques minutes, puis on filtre après avoir étendu d'eau distillée. On sépare ainsi la silice qui est devenue insoluble dans les acides.

La liqueur filtrée est soumise ensuite aux divers traitements qui ont été décrits précédemment.

On ne doit attaquer la matière, au creuset d'argent, qu'après s'être assuré, au moyen du chalumeau, qu'elle ne renferme point de métaux pouvant se réduire.

Les matières insolubles dans les acides renferment quelquefois de la potasse, on doit donc caractériser celle-ci avant de faire l'attaque par la potasse ; pour cela, on pulvérise la matière

Digitized by Google

en poudre aussi fine que l'on peut le faire, puis on attaque cette poudre par de l'acide sulfurique concentré au creuset de platine; on chauffe d'abord légèrement, puis on volatilise l'excès d'acide, enfin on calcine au rouge-sombre pendant quelques minutes; quand le creuset est refroidi, on reprend la matière par de l'eau distillée bouillante, on filtre, on évapore la liqueur filtrée de manière à n'obtenir que quelques gouttes de liquide, dans lequel on verse du bichlorure de platine additionné d'acide chlorhydrique; s'il y a de la potasse dans la matière, on obtient le précipité jaune caractéristique dont j'ai déjà parlé plus haut (voir la potasse).

OBSERVATIONS.

Dans la marche méthodique que je viens d'exposer, j'ai supposé qu'on opérait sur une liqueur contenant tous les métaux qu'on peut rencontrer, et les quelques acides qui se précipitent en même temps que ces métaux sous l'influence des réactifs employés à les caractériser, mais, comme je l'ai déjà dit, cela n'arrive jamais, il est même rare qu'une liqueur contienne dix ou douze bases à la fois, on n'a donc ordinairement qu'un très-petit nombre de métaux à caractériser dans une matière.

On sait aussi que la présence de certains acides dans les liqueurs à examiner est l'indice que tel ou tel métal n'y existe point : ainsi, là où il y a de l'acide sulfurique il n'y a point de baryte, de strontiane, de plomb, de même que là où il y a de l'acide chlorhydrique, il ne peut y avoir d'argent, que le plomb ne peut s'y trouver qu'en proportions minimes, etc., etc.

Sans s'arrêter à ces considérations, l'élève pourra caractériser toutes les bases contenues dans une substance, en suivant exactement la marche qui vient d'être décrite, il devra se rappeler

Digitized by Google

surtout qu'il faut beaucoup de patience, et surtout beaucoup de soin dans ce genre de travaux. Rien n'est plus difficile à bien faire en chimie, qu'une analyse qualitative. Il faut donc se rappeler que les filtrations ne doivent être faites qu'après que le réactif employé a complété son action ; que les lavages des précipités doivent être complets, c'est-à dire qu'on doit toujours s'assurer que les eaux de lavage passent bien pures avant de faire subir au précipité un nouveau traitement. Je rappellerai aussi que la présence d'un excès d'acide dans les liqueurs, modifie quelquefois les réactions, il faut donc évaporer le plus qu'il est possible ces excès d'acide. Enfin, les liqueurs sur lesquelles on opère ne doivent pas être trop étendues.

Lorsqu'on aura reconnu, dans les essais préliminaires au chalumeau, que la matière à analyser contient des substances organiques, il faudra avoir le soin de calciner cette matière avant de la dissoudre dans l'eau ou dans les acides, pour brûler ces substances qui empêchent presque toujours l'action des réactifs sur les bases métalliques.

Digitized by Google

MARCHE GÉNÉRALE

A SUIVRE

DANS L'ANALYSE QUALITATIVE DES ACIDES.

Une marche méthodique pour l'analyse qualitative des acides présente beaucoup plus de difficultés à tracer qu'une marche méthodique de l'analyse qualitative des bases. Il m'a été impossible, du reste, de trouver une méthode qui permette de caractériser et de séparer les uns des autres tous les acides minéraux connus, en supposant une liqueur qui les contienne tous, comme je l'ai fait pour les métaux. Aussi, je ne donne, dans la marche générale qui va suivre, que les moyens de caractériser les principaux acides que l'on rencontre le plus souvent mélangés ou combinés ensemble ; quant aux autres acides, l'élève pourra toujours bien les caractériser en consultant le tableau qui traite des caractères distinctifs des acides des sels solubles.

Les acides ne se caractérisent toujours qu'après avoir constaté la nature des bases avec lesquelles ils sont combinés, et la présence de certains métaux à l'état de sels solubles exclut nécessairement la présence de certains acides, comme je l'ai déjà fait observer en parlant des métaux ; ainsi, dans une liqueur acide où il existe de l'argent en dissolution, il ne peut y avoir d'acide chlorhydrique, d'acide bromhydrique, d'acide iodhydrique, etc. ; également la présence de la baryte exclut la présence de l'acide sulfurique, etc.

Digitized by Google

Dans les substances insolubles dans l'eau et dans les acides, on recherche les acides au moyen du chalumeau. Ce qui va suivre ne s'applique donc qu'aux sels en dissolution.

Pour caractériser les acides dans une dissolution, on opère de la manière suivante : on concentre la liqueur si elle paraît trop étendue, puis on la divise en quatre parties, dont l'une est mise en réserve pour servir de contrôle au besoin.

Dans la première partie, on verse de l'acide sulfurique étendu qui sert à caractériser les acides volatils suivants :

ACIDE CARBONIQUE. L'acide carbonique se dégage des carbonates avec effervescence sous forme d'un gaz qui n'a point d'odeur et qui précipite l'eau de chaux.

ACIDE SULFUREUX. Les sulfites dégagent un gaz (l'acide sulfureux) reconnaissable à son odeur de soufre qui brûle.

ACIDE HYPOSULFUREUX. Les hyposulfites dégagent également de l'acide sulfureux, mais il se fait en même temps un dépôt de soufre.

ACIDE AZOTEUX ? Les azotites dégagent des vapeurs rutilantes caractéristiques.

ACIDE SULFHYDRIQUE. Les sulfures sont caractérisés par le dégagement d'hydrogène sulfuré qu'ils produisent et qui est reconnaissable à son odeur ; en même temps il se fait un dépôt de soufre.

ACIDE CYANHYDRIQUE. Les cyanures dégagent de l'acide cyanhydrique reconnaissable à son odeur caractéristique d'amande amère.

ACIDE CHLORIQUE. Les chlorates traités par l'acide sulfurique étendu colorent la liqueur en jaune tandis qu'il se dégage une odeur désagréable d'acide hypochlorique.

Digitized by Google

ACIDE HYPOCHLOREUX. Les hypochlorites dégagent du chlore lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique étendu.

ACIDE ACÉTIQUE. Les acétates dégagent de l'acide acétique dont l'odeur est caractéristique; la réaction est plus nette lorsqu'on chauffe la liqueur.

Lorsque la liqueur contient des iodures et des bromures, l'acide sulfurique étendu peut aussi les caractériser; ainsi les iodures précipitent de l'iode sous forme de poudre brune ou bien qui colore la liqueur en jaune-brun. Les bromures colorent la liqueur en jaune-d'or, et si on l'agite avec de l'éther, celui-ci dissout le brome et vient former, au-dessus du liquide, une couche d'éther colorée en jaune par le brome.

On fait bouillir pour chasser complétement les acides volatils, on sature ensuite très-exactement l'acide sulfurique par de l'ammoniaque, puis on y verse de l'azotate d'argent qui précipite : les chlorures, les bromures, les iodures, les arsénites, les arséniates, les phosphates, les borates, les chromates et les oxalates. On jette le précipité sur un filtre, on le lave, puis on le traite par de l'acide azotique très-étendu qui laisse à l'état insoluble les chlorure, bromure et iodure d'argent. Lorsque ce résidu est entièrement blanc il ne renferme que du chlorure, s'il a une légère teinte jaune, c'est qu'il contient du bromure ou de l'iodure d'argent.

IODE. On lave ce résidu insoluble dans l'acide azotique, puis on le dissout dans de l'ammoniaque étendu d'un peu d'eau; s'il reste un résidu insoluble dans l'ammoniaque, c'est de l'iodure d'argent dont la couleur jaune a été transformée en blanc par l'ammoniaque; on caractérise cet iodure au chalumeau.

BROME. La liqueur ammoniacale est saturée par de l'acide chlorhydrique, après en avoir mis un peu en réserve, qui précipite l'argent à l'état de chlorure; on filtre, et dans la liqueur

Digitized by Google

filtrée on verse quelques gouttes d'eau de chlore, puis on l'agite avec de l'éther qui dissout le brome mis en liberté, et vient former à la surface de la liqueur une couche d'éther colorée en jaune.

CHLORE. Dans la partie mise en réserve, on verse de l'acide azotique qui précipite le chlorure d'argent qui possède une légère teinte jaune-clair lorsqu'il renferme du brome. On le caractérise au chalumeau.

Après avoir déterminé le chlore, le brome et l'iode, on verse dans la dissolution azotique des sels d'argent, de l'acide chlorhydrique qui précipite tout l'argent à l'état de chlorure, et la liqueur retient en dissolution les acides arsénieux, arsénique, phosphorique, borique, chromique et oxalique. On sature ces acides par de l'ammoniaque, on évapore ensuite à sec mais sans calciner, puis on reprend par l'eau.

ACIDE ARSÉNIQUE. Dans quelques gouttes de la dissolution, on verse de l'azotate d'argent pour s'assurer de la présence de l'acide arsénique qui donne un précipité brun-clair caractéristique d'arséniate d'argent.

ACIDE ARSÉNIEUX. Dans quelques gouttes de la liqueur, on verse un peu de sulfate ou plutôt d'acétate de cuivre qui donne un précipité d'un beau vert-d'herbe, lorsqu'il y a de l'acide arsénieux.

Les acides de l'arsenic peuvent encore être caractérisés avec l'appareil de Marsh.

Lorsque la liqueur renferme de l'arsenic, on y fait passer de l'hydrogène sulfuré jusqu'à ce qu'il ne se précipite plus de sulfure jaune d'arsenic.

ACIDE CHROMIQUE. On filtre pour séparer le sulfure d'arsenic, lorsqu'il y en a; la liqueur filtrée est devenue verte, si elle ren-

Digitized by Google

fermait un chromate avant le passage de l'hydrogène sulfuré; celui-ci le transformant en un sel de chrome.

L'acide chromique se caractérise surtout avec les sels de plomb qui donnent un précipité jaune de chromate de plomb, soluble dans la potasse d'où les acides le reprécipitent.

ACIDE OXALIQUE. On fait bouillir la liqueur pour chasser l'acide sulfhydrique, on y ajoute ensuite de l'acide tartrique, on sature par un excès d'ammoniaque, puis on y verse du chlorure de calcium qui précipite l'acide oxalique à l'état d'oxalate de chaux.

ACIDE PHOSPHORIQUE. Dans la liqueur ammoniacale, séparée de l'oxalate de chaux lorsqu'il y en a, on verse du sulfate de magnésie saturé de sel ammoniac, de manière qu'il ne précipite plus par l'ammoniaque; s'il y a des phosphates, il se forme un précipité cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien.

ACIDE BORIQUE. On retrouve l'acide borique, en évaporant la liqueur à sec, on calcine pour chasser les sels ammoniacaux, puis on mélange le résidu avec du bisulfate de potasse et du fluorure de calcium en poudre très-fine, on chauffe alors le mélange au chalumeau sur le fil de platine; s'il y a de l'acide borique, la flamme se colore en vert.

ACIDE SULFURIQUE. Dans une deuxième partie de la liqueur mère, que l'on a acidifiée avec de l'acide azotique, on verse du chlorure de barium qui forme un précipité blanc de sulfate de baryte lorsque la liqueur contient de l'acide sulfurique. Il faut ne pas oublier que le chlorure de barium est insoluble dans l'acide azotique, et par conséquent il ne faut pas trop acidifier la liqueur avec cet acide.

ACIDE AZOTIQUE. La troisième partie de la liqueur sert à caractériser la présence de l'acide azotique. Pour cela, il suffit d'introduire quelques gouttes seulement de la liqueur dans le mé-

Digitized by Google

lange d'acide sulfurique et de sulfate de protoxyde de fer, qui se colore en violet-foncé, lorsque la liqueur contient de l'acide azotique. Cet acide se caractérise encore en versant dans la liqueur un excès d'acide sulfurique concentré, puis des morceaux de rognures de cuivre; s'il y a de l'acide azotique, il se dégage des vapeurs rutilantes.

OBSERVATIONS.

Dans les analyses chimiques ordinaires, on ne caractérise souvent que les carbonates, les chlorures, les sulfates et les azotates; aussi la marche que je viens d'indiquer n'est jamais celle que l'on suit.

Ordinairement on divise la liqueur en deux parties; dans la première, on verse de l'acide azotique; s'il y a des carbonates, il se fait une effervescence due au dégagement de l'acide carbonique. Dans la liqueur acide, on verse de l'azotate d'argent qui caractérise les chlorures par le précipité blanc cailleboté qui se forme et qui est soluble dans l'ammoniaque.

Dans la liqueur filtrée, on verse de l'azotate de baryte qui décèle la présence de l'acide sulfurique par le précipité blanc qui se produit, et qui est insoluble dans tous les réactifs.

L'autre partie de la liqueur est employée à caractériser l'acide azotique, au moyen des mélanges d'acide sulfurique concentré, et de sulfate de fer, ou au moyen du même acide sulfurique et des rognures de cuivre.

Digitized by Google

CHALUMEAU.

Le chalumeau est un instrument précieux pour le chimiste ; il permet, dans quelques cas, de faire des analyses qualitatives complètes en quelques minutes, et souvent même des dosages quantitatifs.

Les essais au chalumeau, qu'on appelle *analyse par voie sèche*, ne demandent, pour être exécutés, qu'un petit nombre de réactifs et quelques instruments que je vais décrire.

INSTRUMENTS.

Chalumeau. Le chalumeau le plus simple, est un tube en métal ou en verre, recourbé et affilé à une de ses extrémités comme le montre la figure 1re.

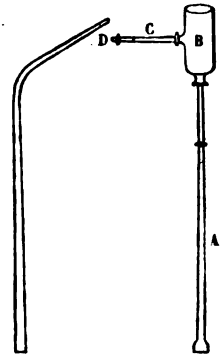


Fig. 1. Fig. 2.

Digitized by Google

Le chalumeau en usage aujourd'hui est en cuivre jaune, il se compose de quatre pièces (fig. 2) : un tube droit A légèrement conique portant un bout en corne ou en os, qui sert d'embouchure, un réservoir B portant deux ouvertures dans lesquelles s'ajustent le tube A et le tube C, formant avec le premier un angle droit; ce dernier petit tube est terminé par un *bout de chalumeau* D en cuivre rouge ou, ce qui est mieux, en platine.

Pour se servir du chalumeau, on sait qu'il ne s'agit que de souffler dedans, en dirigeant le bout de platine dans la flamme d'une bougie ou de tout autre combustible; mais ce qui paraît simple au premier abord, devient très-difficile à exécuter, pour les commençants, lorsqu'il faut maintenir le vent pendant longtemps, attendu qu'il faut arriver à respirer en même temps que l'on souffle dans l'instrument, et cela sans qu'il y ait interruption dans le jet lumineux; une longue habitude peut seule faire acquérir cette faculté. Voici du reste comment on parvient à respirer tout en soufflant dans le chalumeau : on emplit la bouche d'air de manière que les joues soient bien gonflées, et l'on souffle dans l'instrument, tout en respirant à la manière ordinaire, puis quand on veut remplir de nouveau la bouche avant qu'elle ne soit vide d'air, on fait un petit mouvement à l'arrière gorge comme si l'on voulait avaler quelque chose; par ce mouvement le glotte s'ouvre et laisse arriver de l'air dans la bouche.

Pince a bouts de platine. La pince à bouts de platine est un instrument destiné à tenir les corps qu'on veut chauffer seuls, pour observer comment ils se comportent à la chaleur et s'ils colorent la flamme.

La forme qu'on donne à la pince à bouts de platine, peut varier beaucoup; mais la plus usitée, comme la plus commode, est celle qui est représentée dans la figure 3. On doit nettoyer la pince après chaque expérience.

Digitized by Google

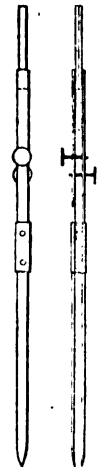


Fig. 3.

Lame de platine. La lame de platine sert à chauffer les corps avec la soude et avec le nitre pour s'assurer de la présence du chrome et du manganèse; elle est employée aussi pour reconnaître si une liqueur laisse un résidu après l'évaporation de l'eau.

La lame de platine doit avoir environ 80 millimètres de longueur sur 25 millimètres de largeur.

Lame d'argent. La lame d'argent est employée pour constater la présence des sulfures et des sulfates après qu'ils ont été chauffés avec de la soude sur le charbon. Cette lame doit être de la même grandeur que celle de la lame de platine.

Fil de platine. Le fil de platine sert à caractériser les oxydes

Fig. 4.

Digitized by Google

métalliques au moyen des fondants. Il doit être de la grosseur d'une aiguille à coudre ordinaire; pour s'en servir, on lui fait un œil à une extrémité et comme le montre la figure 4; on chauffe cette extrémité au rouge et on la trempe vivement dans le fondant réduit en poudre, qui s'attache après et que l'on fait fondre ensuite, de manière à obtenir une perle transparente qui remplit l'œil du fil. Lorsque la perle est encore rouge, on la pose sur la matière à essayer et qui est réduite en poudre; celle-ci adhère après la perle et l'on chauffe de nouveau pour fondre la matière avec le fondant, on obtient alors des perles dont la coloration indique la présence de telle ou telle base.

Le fil de platine est aussi employé pour caractériser certains corps d'après la coloration qu'ils communiquent à la flamme; pour cela on dissout le corps dans quelques gouttes d'eau lorsqu'il est soluble; on trempe alors l'extrémité du fil de platine dans la dissolution, puis on la porte dans la flamme, on observe alors la teinte que prend celle-ci. Lorsque le corps est insoluble dans l'eau on le fait adhérer au fil de platine, en mouillant celui-ci avec de l'eau distillée. Enfin pour obtenir certaines colorations, on est obligé de mouiller la matière avec de l'acide sulfurique concentré, c'est ainsi que l'on caractérise l'acide phosphorique et l'acide borique. D'autres fois on n'obtient des colorations de flamme, qu'en chauffant la matière avec une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre sur le fil de platine; on caractérise de cette manière les chlorures, les bromures et les iodures.

Il est urgent de bien nettoyer le fil de platine chaque fois qu'on veut s'en servir; pour cela, on le chauffe au rouge et on le plonge vivement dans l'acide sulfurique concentré, après quoi on le lave avec de l'eau distillée.

Enfin, lorsqu'il s'agit d'observer s'il y a coloration de la flamme avec le corps qu'on essaye, il faut toujours essayer le

Digitized by Google

fil de platine à *blanc* pour s'assurer qu'il est propre et qu'il ne colore point lui-même la flamme.

Il faut se rappeler que les colorations de flamme sont souvent très-fugitives ; elles n'apparaissent quelquefois qu'au moment même où l'on plonge le fil dans la flamme ; dans d'autres cas, elles n'apparaissent que lorsque le corps est porté à une très-haute température.

Mortier d'agate. Le mortier d'agate sert à réduire les substances en poudre, ou à les mélanger intimement avec les réactifs; il ne doit pas être trop grand (de 5 à 6 centimètres de diamètre).

Tas d'acier. Le tas d'acier sert à casser les minerais qu'on veut essayer. On les emploie aussi à reconnaître la malléabilité ou la fragilité des culots métalliques qu'on obtient sur le charbon.

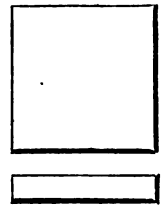


Fig. 5.

Le tas d'acier doit avoir environ de 40 à 45 millimètres de côté, et de 8 à 10 millimètres d'épaisseur (fig. 5).

Mortier d'acier. Le mortier d'acier connu sous le nom de mortier d'Abich, est employé pour casser et pulvériser les minéraux précieux ou trop durs pour être cassés sur le tas d'acier, sans risquer de les perdre ; il sert aussi à essayer les culots métalliques, surtout lorsqu'ils sont très-petits. Il suffit alors de faire tomber le petit culot dans l'anneau posé sur le tas, et de frapper ensuite sur le pilon pour retrouver après le culot aplati ou brisé.

Digitized by Google

Le mortier d'Abich doit se composer de trois pièces (fig. 6), Un tas cylindrique en acier A, portant un évidement circulaire

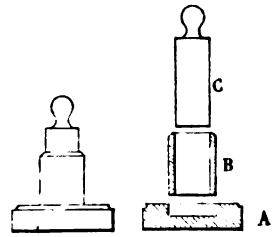


Fig. 6.

au centre ; un anneau en acier B, s'emboîtant dans l'évidement du tas et d'un pilon également en acier C, entrant à frottement dans l'anneau.

Marteau d'acier. Le petit marteau d'acier sert à casser les minéraux, à pulvériser les matières dures ou à aplatir les culots métalliques, soit à la main, soit sur le tas d'acier, soit dans le mortier d'Abich.

Fig. 7.

Fig. 8.

Le marteau d'acier peut avoir une tranche comme le montre la fig. 7 ou une pointe comme le porte la fig. 8.

Bruxelles (fig. 9). Une bruxelles en acier sert à saisir les parcelles de substance qu'on veut essayer, soit sur le charbon, soit sur tout autre support.

Digitized by Google

C'est avec les bruxelles qu'on prend les petits grains métalliques sur le charbon, lorsqu'ils sont trop petits pour être pris avec la main.

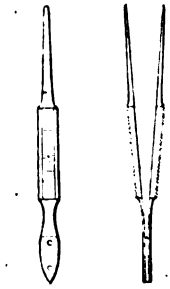


Fig. 9.

Barreau aimanté. Le barreau aimanté est employé à caractériser le fer, le nickel et le cobalt, lorsqu'ils ont été réduits à l'état métallique sur le charbon.

Aiguille aimantée avec son support (fig. 10). L'aiguille aimantée sert à constater le magnétisme de certains minéraux.

Fig. 10.

Aiguille a tricoter. L'aiguille à tricoter sert à nettoyer les tubes après qu'on y a introduit les substances à essayer, de manière à enlever les poussières et l'humidité qui pourraient adhérer aux parois du tube; pour cela, on enroule sur l'aiguille du papier à filtre.

Une paire de ciseaux.

Digitized by Google

Une forte loupe (fig. 11). La loupe sert à examiner la structure des minéraux, à déterminer la forme cristalline des cristaux trop fins pour être vus à l'œil nu, à retrouver dans les fondants, et dans le charbon sur lequel on a fait des réductions, les petits grains métalliques qu'on ne voit pas toujours avec les yeux seuls.

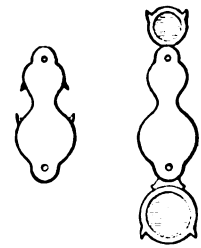


Fig. 11.

La meilleure forme qu'on doit choisir pour la loupe qui doit servir pour le chalumeau, est celle que représente la figure 11.

Verres de montre. Une douzaine de verres de montre sont nécessaires pour contenir les matières pulvérisées et les réactifs qu'on doit employer.

Tubes bouchés. Les tubes bouchés sont d'un grand usage dans les essais au chalumeau ; ils ne doivent avoir que 2 ou 3 milli-

Fig. 12.

Digitized by Google

mètres de diamètre, et 50 millimètres de longueur ; la partie bouchée doit être légèrement renflée (fig. 12).

Les tubes bouchés servent à chauffer les substances seules, ou avec de la soude, ou avec du bisulfate de potasse.

Quand on a introduit la matière dans le tube bouché, on doit nettoyer les parois du tube avec l'aiguille d'acier enroulée de papier à filtrer pour enlever la poussière et l'humidité, puis on y introduit des papiers de tournesol, bleu et rouge.

Tubes ouverts. Les tubes ouverts aux deux bouts ont une de leurs extrémités légèrement coudée (fig. 13); ils doivent avoir le

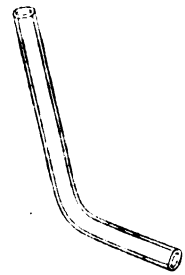


Fig. 13.

même diamètre que les tubes bouchés (2 ou 3 millimètres), et 60 ou 70 millimètres de longueur. Les tubes ouverts sont employés pour faire le grillage de certains minéraux sulfurés, arséniés, etc., pour constater la volatilité de certaines substances, pour rechercher le fluor, etc., etc.

Enfin, dans les essais au chalumeau, on emploie souvent d'autres instruments qui ne sont pas rigoureusement nécessaires, tels que couteau pour faire les cavités dans le charbon, limes fines, pinces à main, porte-charbon, souche pour la bougie, etc., etc.

Digitized by Google

CHARBON.

Le charbon de bois est le support qu'on emploie le plus souvent dans les essais au chalumeau : on doit le choisir sans écorce, d'un grain fin, sans être trop poreux. On y pratique une petite cavité peu profonde, dans laquelle on introduit la matière à essayer, soit seule, soit mélangée avec de la soude ou avec du cyanure de potassium.

On doit observer avec soin les auréoles colorées qui se forment autour de la cavité, car ces auréoles, nommées aussi enduits, indiquent par leur coloration la présence des métaux qui leur ont donné naissance. Il arrive quelquefois que le charbon lui-même donne une auréole blanche, formée par la cendre du charbon. On distingue cette auréole des auréoles métalliques en ce qu'elle n'est pas déplacée lorsqu'on dirige le dard du chalumeau dessus.

Quelques corps éclatent, décrépitent lorsqu'on les chauffe sur le charbon ; on évite cet accident en humectant la substance pulvérisée avec de l'eau distillée : on chauffe alors graduellement pour sécher la matière.

La coupellation des matières aurifères et argentifères se fait aussi sur le charbon ; pour cela, on creuse une grande cavité dans le charbon, qu'on emplit de poudre d'os calcinés, puis, avec le pilon du mortier d'agate, on tasse cette poudre d'os qui prend alors la forme d'une petite coupelle.

Quelques opérateurs mouillent la poudre d'os, de manière à former une pâte solide qui prend plus facilement la forme de coupelle et qui a l'avantage de s'agréger davantage. Quand on opère de cette manière, il faut chauffer lentement la coupelle pour volatiliser toute l'eau avant de commencer la coupellation.

Digitized by Google

DES COMBUSTIBLES ET DE LA FLAMME.

Les combustibles qu'on emploie pour faire les essais au chalumeau sont : la chandelle, la bougie ordinaire (acide stéarique), l'huile à brûler, l'alcool et le mélange d'essence de térébenthine et d'éther.

Avec l'huile à brûler, et surtout avec le mélange d'essence de térébenthine et d'éther, on obtient des températures élevées ; mais ces deux combustibles répandent une odeur qui n'est pas toujours supportable ; il en est de même de la chandelle ; quant à la flamme de l'alcool, sa température est la moins élevée.

La bougie ordinaire est le combustible qui convient le mieux pour les essais d'analyses chimiques au chalumeau. On peut la placer dans une petite souche en cuivre ou en fer-blanc, à la manière des cierges d'église.

Il est très-important pour l'élève chimiste qu'il connaisse bien la composition de la flamme, car le même corps peut présenter des caractères bien différents, suivant qu'on le chauffe dans telle ou telle partie de la flamme.

Au point de vue du chalumeau, la flamme se divise en deux parties, connues sous les noms de flamme d'oxydation et de flamme de réduction ; ou bien encore : feu d'oxydation et feu de réduction.

La figure 14, montre les deux parties de la flamme d'une bougie telle qu'on l'obtient lorsqu'on souffle dessus avec le chalu-

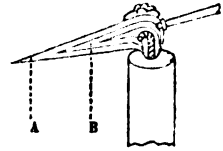


Fig. 14.

Digitized by Google

meau. La partie extérieure A est la flamme oxydante et la partie médiane B est la flamme réductrice.

L'élève doit s'exercer à bien se servir de ces deux flammes à volonté; pour cela il oxydera, sur le charbon, un petit morceau d'étain avec la flamme oxydante, puis il ramènera l'oxyde d'étain à l'état métallique, en le réduisant dans la flamme réductrice : il pourra encore chauffer une perle de borax avec de l'oxyde de cuivre, de manière à obtenir au feu d'oxydation une perle qui est verte à chaud mais qui devient bleue en refroidissant, et au feu de réduction une perle colorée en rouge-brun lorsqu'elle est froide.

Lorsqu'on veut obtenir un grand jet de flamme, il faut que le bout du chalumeau n'entre pas plus de 1 millimètre dans la flamme de la bougie. Quand on tient le bout de chalumeau en dehors de la flamme on obtient un dard très-long, mais qui paraît intermittent, et qu'on appelle le *flamber*. Les perles de fondants chauffées dans cette flamme, présentent quelquefois la propriété de devenir opaques lorsqu'elles refroidissent.

Quand on veut obtenir un petit dard, propre à observer les colorations que la flamme peut prendre, il faut entrer le chalumeau jusqu'au centre de la flamme, on obtient alors un petit jet bleuâtre à peine éclairant, mais dont la température est très-élevée, et qui permet de reconnaître avec facilité le moindre changement de teinte de cette petite flamme.

Pour observer les colorations de flammes il est convenable d'opérer dans un endroit peu éclairé.

Digitized by Google

RÉACTIFS POUR LE CHALUMEAU.

La soude ou sel de soude. On donne ce nom au carbonate de soude. Ce réactif est employé pour opérer la réduction des oxydes métalliques sur le charbon, pour reconnaître le manganèse sur la lame de platine, etc. Il s'introduit facilement dans le charbon.

Le borax. Le borax qu'on emploie dans les essais au chalumeau, doit être desséché et pulvérisé; c'est un fondant des plus employés; il sert à caractériser les oxydes métalliques, d'après les colorations qu'il prend lorsqu'on le chauffe avec ces bases.

Le sel de phosphore. On appelle ainsi le phosphate double de soude et d'ammoniaque qui est comme le borax très-employé comme fondant; il sert également à caractériser les bases d'après les colorations qu'il prend lorsqu'on le chauffe avec elles.

Le cyanure de potassium. Seul ou mélangé avec la soude, ce réactif sert à réduire les bases métalliques sur le charbon.

Le bisulfate de potasse. Ce sel est employé pour caractériser les acides des sels dans le petit tube bouché. Mélangé avec du spath fluor en poudre, il sert à déceler la présence de l'acide borique.

Digitized by Google

L'azotate de potasse. L'azotate de potasse sert à traiter les minéraux sur la lame de platine pour y constater la présence du manganèse et du chrome.

L'acide borique fondu. Cet acide est employé à caractériser l'acide phosphorique avec le fil de fer (n'est plus en usage).

L'azotate de cobalt. Ce sel en dissolution de moyenne concentration sert à caractériser : l'alumine, la silice, la magnésie, les oxydes d'étain, de zinc, etc., etc., par la coloration qu'il communique à ces substances lorsqu'on les chauffe fortement avec lui.

L'oxyde de cuivre. Ce réactif saturant des perles de sel de phosphore, est employé à caractériser les chlorures, bromures et iodures, par la coloration qu'il communique à la flamme en présence de ces composés.

L'étain en feuilles. Ce métal sert à réduire les oxydes métalliques dans les perles de fondants, afin d'obtenir plus facilement le changement de couleur que la réduction peut faire naître.

Du fil de fer fin. Le fil de fer sert à caractériser l'acide phosphorique conjointement avec l'acide borique; l'emploi de ce réactif est très-difficile. Après qu'on a fait fondre la matière dans l'acide borique fondu, il faut, pendant que la perle est encore rouge, y introduire l'extrémité d'un fil de fer, qui s'y fixe; on coupe le fil métallique, on chauffe de nouveau la perle sur le charbon, puis après qu'elle est refroidie on la casse sur le tas d'acier. On recueille alors les petits grains métalliques et on les aplatit. Lorsqu'ils sont cassants, cela indique que la matière contenait de l'acide phosphorique.

Ce réactif n'est plus employé.

Digitized by Google

Le spath fluor. Le spath fluor mélangé avec du bisulfate de potasse sert à caractériser l'acide borique, par la coloration verte que prend la flamme sous l'influence de ce mélange chauffé avec la matière à essayer. Le spath fluor doit être en poudre très-fine.

Du plomb pauvre. Le plomb pauvre est employé pour faire la coupellation des matières aurifères et argentifères.

La poudre d'os calcinés. La poudre d'os calcinés sert à faire les coupelles sur lesquelles se font les coupellations.

L'oxyde de nickel. Ce réactif dont on ne fait plus usage aujourd'hui, servait à caractériser la potasse par la coloration rouge-pourpre, que prend une perle de borax chauffée avec l'oxyde de nickel et une substance contenant de la potasse.

La silice hydratée desséchée pour reconnaître l'acide sulfurique, n'est plus en usage.

MANIÈRE D'OPÉRER.

1° On commence par chauffer la matière seule dans un petit tube bouché, et l'on examine si elle change de couleur, si elle dégage de l'eau, si elle est fusible, si elle est volatile après fusion ou avant fusion, si elle est décomposée, si elle dégage des gaz colorés ou odorants, si elle noircit en brûlant à la manière des corps organiques. Lorsque la matière a changé de couleur, il faut s'assurer si elle reprend sa teinte primitive en refroidissant.

Observer si les papiers de tournesol, qu'on doit introduire dans le tube avant l'expérience, changent d'aspect.

Digitized by Google

2° Lorsque la matière a résisté à l'opération précédente, on en prend une parcelle avec la pince à bouts de platine, et on la chauffe le plus fortement qu'il est possible, et l'on observe si elle est fusible à une haute température; quelquefois il ne se fait qu'un ramollissement sur les arêtes vives de la matière, il faut donc bien observer, avec la loupe, la matière avant de la chauffer et après l'opération.

Dans cet essai, il faut examiner aussi si la flamme se colore et si la matière dégage des vapeurs odorantes.

3° La matière est mélangée avec du bisulfate de potasse, puis chauffée dans un petit tube bouché; dans cette opération on caractérise presque tous les acides des sels. (Voir plus loin les caractères que présentent les corps chauffés avec le bisulfate de potasse).

4° La substance est chauffée seule sur le charbon, on observe alors si elle répand des vapeurs, si elle est fusible et si elle s'introduit dans le charbon, si elle est réduite, et, dans ce cas, si elle donne des grains métalliques, si elle donne une auréole colorée sur le charbon et si elle colore la flamme.

5° La matière est chauffée sur le charbon avec de la soude ou bien avec un mélange de soude et de cyanure de potassium lorsqu'on opère sur des substances métalliques. On observe dans cet essai si la matière se combine et fond avec la soude en formant une perle vitreuse, si la perle entre dans le charbon, si la substance donne des grains métalliques; dans ce cas, il faut faire en sorte de rassembler ces grains en un seul culot, s'il y a réduction métallique sous forme de poudre noire. Quelquefois les grains métalliques qui prennent naissance sont si fins, qu'ils s'introduisent dans le charbon; on les recherche d'abord avec la loupe, puis on les extrait du charbon en grattant la surface de celui-ci avec un couteau. La matière noire qu'on retire ainsi est pulvérisée dans le mortier d'agate, puis on la lave avec de l'eau distillée qui dissout les sels solubles qui ont pu se former et qui

Digitized by Google

entraîne la poudre de charbon. On décante l'eau, et le résidu se compose des petits grains métalliques ou bien de la poudre noire que donnent les métaux infusibles, tels que le fer, le nickel, le cobalt et le platine. Le résidu est desséché, puis on lui présente le barreau aimanté pour en séparer les métaux attirables à l'aimant.

Avant de traiter la matière pulvérisée par l'eau, on en met un peu sur la lame d'argent, puis on l'arrose avec un peu d'eau; dans le cas où il aurait eu réduction d'un sulfate en sulfure, on voit la lame d'argent noircir.

6° Une parcelle de la substance est introduite dans un tube ouvert aux deux bouts, puis on la chauffe en dirigeant dessus le dard du chalumeau; il se fait alors un véritable grillage, et l'on observe s'il se produit des vapeurs odorantes ou acides, s'il se sublime des corps volatils blancs ou colorés, si la matière fond, si elle change de couleur, etc., etc.

La même opération se fait avec la matière mélangée avec du sel de phosphore pour reconnaître la présence des fluorures.

7° La matière est fondue sur la lame de platine avec l'azotate de potasse et un peu de soude. Après la fusion, si la masse fondue est verte, c'est l'indice de la présence du manganèse, si elle est jaune-d'or, c'est qu'il y a du chrome dans la matière.

8° La matière est chauffée sur le fil de platine avec de l'acide sulfurique concentré : on constate ainsi la présence des acides phosphorique et borique qui, dans ces conditions, colorent la flamme en vert-jaunâtre. Pour distinguer l'un de l'autre ces acides, on fait un mélange de une partie de la matière, quatre parties de bisulfate de potasse et de une partie de spath fluor en poudre fine, que l'on chauffe sur le fil de platine. S'il y a de l'acide phosphorique, on n'observe aucun changement dans la flamme; s'il y a de l'acide borique, on voit au contraire la flamme se colorer en vert.

9° La substance est chauffée avec une perle de sel de phos-

Digitized by Google

phore saturé d'oxyde de cuivre, sur le fil de platine, pour constater la présence des chlorures, bromures et iodures par les colorations bleu-pourpré, bleu-verdâtre et vert-émeraude, que ces composés communiquent à la flamme en présence de l'oxyde de cuivre.

10° La matière, lorsqu'elle est blanche, est humectée avec la dissolution d'azotate de cobalt, puis chauffée fortement sur le charbon ou sur la lame de platine; après l'opération, on observe si la matière s'est colorée en bleu, en vert, en rose-chair ou en gris.

11° La substance est traitée par le sel de phosphore ou par le borax sur le fil de platine pour juger des colorations que prennent ces réactifs. Pour cela, on fait des perles avec les fondants et pendant qu'elles sont encore rouges, on les pose sur la matière à essayer pour qu'elle y adhère, puis on chauffe le tout, d'abord dans la flamme d'oxydation, et ensuite dans la flamme de réduction.

Dans ces essais, on observe la couleur de la perle lorsqu'elle est encore chaude, puis, lorsqu'elle est complétement froide, car il arrive souvent que la teinte d'une perle change entièrement du chaud au froid.

On doit répéter plusieurs fois les essais avec les fondants en ayant soin de n'opérer d'abord qu'avec très-peu de matière, ensuite on arrive à saturer complétement les perles de la substance.

Lorsqu'on éprouve de la difficulté à réduire un oxyde qui colore une perle lorsqu'on la chauffe au feu de réduction, on introduit dans la perle un petit morceau d'étain, et l'on chauffe de nouveau dans la flamme réductrice, l'oxyde passe alors au minimum d'oxydation ou bien il est réduit même à l'état métallique. Il est même très-important d'employer toujours l'étain métallique dans les essais avec les fondants, attendu que ce métal, n'agissant que sur certains oxydes métalliques qu'il réduit

Digitized by Google

complétement, permet alors de caractériser d'autres bases qui se trouveraient masquées par la coloration produite par l'oxyde principal.

Les essais avec le sel de phosphore et le borax, se font souvent avant les autres essais, surtout lorsqu'on opère sur des minéraux dont on veut connaître l'oxyde principal.

12° Enfin, lorsqu'il s'agit de faire la coupellation des matières aurifères et argentifères, on commence par envelopper une certaine quantité de la substance dans un morceau de plomb pauvre, représentant environ dix à quinze fois le poids de la matière employée, en faisant en sorte que le tout ne pèse pas plus de 2 à 3 grammes. On prépare ensuite une coupelle dans un charbon, avec la poudre d'os calcinés comme il a été dit à l'article charbon, puis on pose l'essai à coupeller dessus la coupelle avec la bruxelle de manière à ne point défaire ladite coupelle. On commence ensuite à chauffer lentement d'abord, puis on élève la température, mais seulement lorsque le plomb est fondu.

L'essai passe par toutes les phases d'une coupellation faite en grand; le plomb s'oxyde, et la litharge qui prend naissance entre dans la coupelle. Lorsque tout le plomb et les autres métaux ordinaires sont oxydés, on voit se produire le phénomène de l'éclair, et l'opération est terminée.

Il est presque impossible de faire une coupellation complète avec la même coupelle, non pas que celle-ci ne soit point assez grande pour absorber toute la litharge qui peut se produire dans l'essai, mais bien parce qu'avec le chalumeau ordinaire on ne peut point chauffer assez fortement toute la masse de la coupelle, alors la litharge ne pouvant plus pénétrer dedans vient noyer l'essai. Dans ce cas, on laisse refroidir le culot métallique, puis on le détache de la coupelle avec les pinces bruxelles pour le porter sur une nouvelle coupelle. Il arrive souvent, dans cette dernière opération, que le métal est enveloppé

Digitized by Google

de litharge et de poudre d'os, on le sépare de ces matières avant de recommencer à le coupeller, en le frappant avec le marteau sur le tas d'acier ou plutôt dans le mortier d'Abich.

Les coupellations sont assez longues à exécuter ; il faut souvent souffler une heure sans s'arrêter. La manière de chauffer l'essai contribue surtout à retarder ou à accélérer la durée de l'opération ; il faut, avant tout, produire une flamme très-oxydante, et l'on y réussit très-bien en enfonçant dans la flamme de la bougie le bout du chalumeau, de manière à obtenir le petit dard bleuâtre dont il a été parlé à l'article *flamme* ; du reste, on ne devient habile dans ce genre d'essai, qu'après en avoir fait un grand nombre.

Digitized by Google

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

QU'ON OBSERVE DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU.

CORPS QUI CHANGENT DE COULEUR,

QUAND ON LES CHAUFFE SEULS DANS LE TUBE BOUCHÉ.

Oxyde de mercure. De jaune ou de rouge-mine devient rouge-foncé presque noir; il prend sa teinte primitive en refroidissant.

Biiodure de mercure. De rouge-vermillon devient jaune-clair; en frottant le corps jaune il redevient rouge.

Sulfure de mercure. De rouge-vermillon devient rouge-brun-foncé; il reprend sa teinte primitive par le refroidissement.

Peroxyde de fer hydraté. De jaune-rouille devient rouge-foncé, et conserve cette dernière couleur après le refroidissement.

Ocres-jaunes. Les ocres-jaunes deviennent rouges et conservent cette teinte à froid.

Oxyde de zinc. De blanc devient jaune-clair; en refroidissant il redevient blanc.

Acide titanique. Même caractère.

Acides du niobium. Même caractère.

Digitized by Google

Minium (Oxyde de plomb). De rouge-orangé devient rouge-brun ; reprend sa teinte rouge-orangé à froid.

Chromate de plomb. De jaune-vif, devient orange ; redevient jaune à froid.

Oxyde de plomb hydraté. Cet oxyde fonce de couleur par la chaleur et conserve sa nouvelle teinte à froid.

Oxyde de bismuth hydraté. Même caractère.

Sels de nickel. De verts très-vifs deviennent jaunes en se déshydratant.

Sels de cobalt. De rouge-groseille deviennent bleus en se déshydratant.

Sels de cuivre. De verts ou de bleus deviennent jaunes ou blancs en se déshydratant.

CORPS QUI SE VOLATILISENT,

LORSQU'ON LES CHAUFFE SEULS DANS LE TUBE BOUCHÉ.

Oxydes de mercure. Ils changent de couleur, se décomposent en oxygène et en mercure, lequel se volatilise.

Biiodure de mercure. Se volatilise en changeant de couleur.

Sulfures de mercure. Se volatilisent en fonçant de couleur ; une partie se décompose souvent en donnant du mercure métallique.

Sels de mercure. Se volatilisent tous, la plupart en se décomposant, donnent un sublimé gris de mercure métallique : quelques-uns jaunissent avant de se volatiliser. Le bichlorure de

Digitized by Google

mercure fond avant de se volatiliser. Le protochlorure se sublime sans fondre.

Soufre. Se volatilise en donnant presque toujours naissance à de l'acide sulfureux.

Acide arsénieux. Se volatilise et vient former, dans la partie froide du tube, des cristaux octaédriques transparents.

Acide arsénique. Même caractère qu'avec l'acide arsénieux; mais il se dégage en même temps de l'oxygène.

Sulfures d'arsenic. Les sulfures d'arsenic se subliment à la manière du soufre.

Tellure. Ne se volatilise qu'au rouge, et vient former dans la partie froide du tube, des gouttelettes noires d'un aspect métallique.

Sélénium. Se volatilise sous forme d'enduit rouge-brun, en dégageant une odeur de raifort.

Acide osmique. Se volatilise sous forme de gouttelettes huileuses qui se solidifient en refroidissant; il forme des vapeurs qui irritent fortement les yeux.

Sels ammoniacaux. Les sels ammoniacaux sont tous volatils; ils se condensent dans la partie froide du tube; beaucoup sont décomposés en partie et quelques-uns le sont tout à fait; tous, en se volatilisant, bleuissent le papier rouge de tournesol.

Eau. Se volatilise et se condense dans la partie froide du tube.

Chlorures, Bromures et Iodures métalliques. Presque tous les chlorures, bromures et iodures métalliques sont volatils; mais ils ne se volatilisent dans le tube bouché que lorsqu'on élève fortement la température au moyen du chalumeau.

Digitized by Google

CORPS QUI DÉGAGENT DES GAZ OU DES VAPEURS,

QUAND ON LES CHAUFFE SEULS DANS LE TUBE BOUCHÉ.

Hydrates. Vapeur d'eau qui se condense dans la partie froide du tube.

Bicarbonates et Carbonates. Acide carbonique.

Chlorates. Oxygène rallumant les allumettes.

Perchlorates. Même caractère.

Azotates. Même caractère; cependant quelques-uns donnent aussi un dégagement de vapeurs rutilantes.

Iodates. Oxygène; quelquefois vapeurs violettes d'iode en même temps.

Bromates. Oxygène; avec vapeurs jaunes de brome dans quelques cas.

Arséniates. Oxygène. Il se volatise en même temps de l'acide arsénieux.

Hyposulfates. Acide sulfureux.

Sulfates métalliques. Acide sulfureux.

Quelques sulfures. Acide sulfureux.

Quelques peroxydes. Oxygène.

CORPS QUI PRÉSENTENT DES CARACTÈRES PARTICULIERS,

QUAND ON LES CHAUFFE DANS LE TUBE BOUCHÉ, AVEC DU BISULFATE DE POTASSE.

Carbonates et Bicarbonates. Dégagement d'acide carbonique avec vive effervescence.

Digitized by Google

Sulfites. Acide sulfureux.

Sulfures. Hydrogène sulfuré avec dépôt de soufre qui se volatilise.

Séléniures. Hydrogène sélénié avec odeur de raifort et un sublimé rouge foncé.

Azotates et Azotites. Vapeurs rutilantes.

Chlorates. Vapeurs jaunes d'acide hypochloreux avec odeur de chlore; la matière jaunit beaucoup aussi.

Chlorures. Acide chlorhydrique sous forme de vapeurs blanches.

Bromures. Acide bromhydrique et vapeurs jaunes de brome, dont l'odeur est caractéristique.

Iodures. Acide iodhydrique avec vapeurs violettes d'iode tout à fait caractéristiques.

Fluorures. Acide fluorhydrique qui attaque le verre, et dont la vapeur possède une odeur irritante.

Cyanures. Acide cyanhydrique avec odeur d'amande amère.

Hyposulfites. Acide sulfureux et dépôt de soufre qui se volatilise.

Acétates. Vapeurs d'acide acétique reconnaissable à son odeur.

Matières organiques. La plupart noircissent, en dégageant de l'acide sulfureux provenant de la décomposition de l'acide sulfurique, du bisulfate.

Digitized by Google

CORPS PRÉSENTANT DES RÉACTIONS PARTICULIÈRES,

QUAND ON LES CHAUFFE DANS LE TUBE BOUCHÉ, AVEC DU CARBONATE DE SOUDE.

Tous les composés de l'arsenic. Anneau noir miroitant d'arsenic métallique se formant dans la partie froide du tube; la réaction se fait mieux lorsqu'on ajoute au mélange un peu de charbon en poudre.

Tous les sels de mercure. Mercure métallique qui se sublime dans la partie froide du tube.

Tous les sels ammoniacaux. Dégagement de carbonate d'ammoniaque dont l'odeur est caractéristique, et qui bleuit le papier rouge de tournesol.

CORPS QUI SE VOLATILISENT,

QUAND ON LES SOUMET AU GRILLAGE DANS LE TUBE OUVERT AUX DEUX BOUTS.

Composés de l'arsenic. Tous ces composés produisent de l'acide arsénieux qui se condense sous forme de cristaux octaédriques dans la partie froide du tube. Quand on opère avec du sulfure d'arsenic, il se sublime un peu de ce corps sous forme d'une matière jaune ressemblant à du soufre.

Antimoine, Oxyde d'antimoine et Sulfure d'antimoine. Ces corps, grillés dans le tube ouvert aux deux bouts, donnent de l'acide antimonieux qui se volatilise sous forme d'enduit blanc quelquefois cristallin.

Tellure et ses composés. Ils produisent des gouttelettes d'acide tellureux qui se déposent dans la partie froide du tube.

Digitized by Google

Chlorure de plomb. Se volatilise sous forme de gouttelettes.

Oxyde de bismuth. Se volatilise sous forme d'enduit jaunâtre qui fond facilement en gouttelettes brunes.

Sulfure et séléniure de plomb. Ils donnent des sublimés blancs de sulfate et de séléniate de plomb.

Sulfure de molybdène. Il se sublime de l'acide molybdique sous forme de lamelles cristallines très-brillantes et d'un blanc jaunâtre; il se dégage en même temps de l'acide sulfureux.

Soufre et Sulfures métalliques. Ils dégagent de l'acide sulfureux, et quelquefois il se volatilise du soufre.

Composés du mercure. Sublimé de mercure métallique, ou volatilisation du sel.

Sels ammoniacaux. Même phénomène que dans le tube bouché.

Fluorures. Les fluorures, mélangés à du sel de phosphore et chauffés dans le tube ouvert, dégagent de l'acide fluorhydrique qui attaque le verre.

Osmiure d'iridium. Dégage des vapeurs d'acide osmique.

Hyposulfites. Dégagent de l'acide sulfureux.

Digitized by Google

CORPS PRÉSENTANT DES RÉACTIONS PARTICULIÈRES,

QUAND ON LES CHAUFFE SEULS SUR LE CHARBON, SOIT AU FEU D'OXYDATION, SOIT AU FEU DE RÉDUCTION.

Soufre et Sulfures. Acide sulfureux reconnaissable à son odeur (feu d'oxydation).

Composés de l'arsenic. Vapeurs blanches d'acide arsénieux, odeur d'ail et coloration de la flamme en bleu livide (ne pas respirer les vapeurs).

Composés du sélénium. Odeur de raifort, coloration de la flamme en bleu-azur.

Sels ammoniacaux. Se volatisent en produisant des vapeurs blanches très-intenses.

Sels de mercure. Se volatisent en produisant des fumées blanches dangereuses à respirer.

Chlorates, Perchlorates, Azotites, Azotates, Bromates, Iodates, etc. Tous ces sels oxygénés déflagrent ou fusent sur le charbon.

Composés du plomb. Réduction métallique (métal malléable), accompagnée d'une auréole jaune clair, à froid, mais qui est brune lorsqu'elle est chaude; la flamme se colore en bleu-azur.

Composés du bismuth. Réduction métallique (métal cassant); auréole jaune foncé (feu de réduction).

Composés de l'antimoine. Réduction métallique (métal cassant); accompagnée de fumées blanches, et d'un enduit blanc, quelquefois cristallisé; coloration de la flamme en bleu verdâtre.

Composés du zinc. Se volatilisent en donnant un enduit qui

Digitized by Google

est jaune tant qu'il est chaud, mais qui devient blanc en refroidissant ; ils prennent beaucoup d'éclat à la chaleur.

Composés du cadmium. Se volatisent, et donnent une auréole brun-rouge qui ne devient visible que lorsqu'elle est refroidie.

Composés de l'étain au feu de réduction. Culot métallique malléable sans auréole ; au feu d'oxydation le métal obtenu disparaît bientôt en se transformant en oxyde.

Sels d'or. Or métallique, aux deux feux, sans auréole.

Sels de platine. Platine métallique sous forme de poudre grise ; point d'auréole.

Sels d'argent. Culot d'argent très-malléable ; point d'enduit.

Composés du cuivre au feu de réduction. Culot de cuivre rouge malléable ; point d'enduit, coloration verte de la flamme.

Les composés insolubles de la baryte, de la strontiane, de la chaux, de la magnésie, de l'alumine, du zinc, de l'étain, et de tous les sels insolubles qui sont blancs, prennent un grand éclat lorsqu'on les chauffe dans la flamme du chalumeau.

SUBSTANCES QUI NE SONT POINT ATTAQUÉES PAR LA SOUDE,

ET QUI RESTENT SUR LE CHARBON.

Les substances qui ne sont point attaquées par la soude et qui restent sur le charbon, sont les composés de la chaux, de l'alumine, de la magnésie, de la glucine, de la zircone, de l'urane et du cérium.

Digitized by Google

SUBSTANCES QUI NE SONT POINT ATTAQUÉES PAR LA SOUDE,

MAIS QUI FONDENT ET DISPARAISSENT AVEC CE RÉACTIF DANS LE CHARBON.

Les substances qui disparaissent avec la soude dans le charbon sont : les composés de la baryte, de la strontiane et tous les sels alcalins.

CORPS QUI FORMENT DES PERLES VITREUSES,

QUAND ON LES FOND AVEC DE LA SOUDE SUR LE CHARBON.

La silice et les silicates naturels, l'acide borique et les borates, l'acide phosphorique et les phosphates, donnent des perles vitreuses, transparentes, qui sont colorées lorsqu'il y existe en même temps des oxydes métalliques.

L'acide titanique donne également une perle vitreuse avec la soude, mais cette perle est opaque.

MÉTAUX DONT LES COMPOSÉS SONT RÉDUITS SUR LE CHARBON,

QUAND ON LES CHAUFFE AVEC LA SOUDE, OU AVEC UN MÉLANGE DE SOUDE ET DE CYANURE DE POTASSIUM, ET QUI DONNENT DES AURÉOLES COLORÉES.

Plomb. Culot gris très-malléable ; auréole jaune clair.

Bismuth. Culot métallique gris, très-cassant; auréole jaune-foncé.

Antimoine. Culot blanc-grisâtre, très-cassant, souvent recouvert d'aiguilles blanches d'oxyde d'antimoine : auréole blanche.

Digitized by Google

Cadmium. Point de culot métallique; auréole brun-rouge

Zinc. Point de culot métallique; auréole jaune-clair tant qu'elle est chaude, mais qui devient blanche par le refroidissement,

MÉTAUX DONT LES COMPOSÉS SONT RÉDUITS SUR LE CHARBON,

QUAND ON LES CHAUFFE AVEC LA SOUDE, OU AVEC LE MÉLANGE DE SOUDE ET DE CYANURE DE POTASSIUM, MAIS QUI NE DONNENT POINT D'AURÉOLES.

Étain. Culot métallique, blanc très-malléable, s'oxydant facilement au feu d'oxydation.

Argent. Culot métallique très-blanc et très-malléable; non oxydable.

Or. Culot métallique jaune vif, très-malléable; non oxydable.

Platine. Poudre grise, non oxydable et non attirable à l'aimant.

Fer. Poudre noire, enveloppée dans la soude et qui, lavée et séchée, est attirable à l'aimant et brûle avec vivacité lorsqu'on la chauffe au feu d'oxydation.

Nickel. Mêmes caractères; la poudre colore les fondants en jaune-brun au feu d'oxydation.

Cobalt. Mêmes caractères; la poudre métallique colore les fondants en bleu dans les deux feux.

Molybdène et Tungstène. Poudres noires, non attirables à l'aimant et que l'on caractérise au moyen des fondants.

Digitized by Google

SUBSTANCES QUI, CHAUFFÉES AVEC DE LA SOUDE ET DU NITRE

SUR LE CHARBON OU SUR LA LAME DE PLATINE, COLORENT CES RÉACTIFS EN VERT OU EN JAUNE.

Composés du manganèse. La masse fondue est d'un beau vert; elle devient rouge lorsqu'on la dissout dans l'eau.

Composés du chrome. La masse fondue est jaune d'or; elle communique cette couleur à l'eau dans laquelle on la dissout, et sa dissolution précipite les sels de plomb en jaune.

Digitized by Google

QUAND ON LES CHAUFFE FORTEMENT AVEC LA DISSOLUTION D'AZOTATE DE COBALT.

Silicates et Phosphates Alcalins.	On obtient avec ces sels et l'azotate de cobalt des perles transparentes colorées en bleu.	●
Alumine.	Belle coloration bleue.	▲
Glucine.	La glucine se colore en bleu-grisâtre.	▲
Yttria.	Même caractère que la glucine.	▲
Oxydes d'Étain.	Bleu-verdâtre.	▲
Oxyde de Zinc.	Très-beau vert, qui n'apparaît bien qu'après le refroidissement.	▲
Acide Antimonique.	Vert sale, assez foncé.	▲
Acide Titanique.	Vert-jaunâtre.	▲
Magnésie.	Rose-chair, bien visible seulement après le refroidissement.	△
Chaux, Baryte et Strontiane.	Gris-noirâtre.	◭

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN ROUGE.		
Sels de Lithine.	Rouge-cramoisi très-intense, surtout avec le chlorure. La soude modifie la coloration; mais en regardant la flamme au travers d'un verre bleu, la teinte rouge-carmin seule se voit.	
Sels de Strontiane.	Rouge-carmin avec le chlorure surtout; on doit donc transformer le carbonate et le sulfate en chlorures. Pour transformer le sulfate en chlorure, on le mélange avec du charbon en poudre fine avec lequel on fait une pâte que l'on chauffe pendant quelques instants sur le fil de platine dans la flamme réductrice; on trempe ensuite le bout du fil de platine qui porte la matière dans l'acide chlorhydrique très-étendu; puis on chauffe de nouveau la matière, qui colore alors la flamme. La soude modifie également la teinte; comme pour la lithine, il faut recourir aussi à l'emploi du verre bleu.	
Sels de Chaux.	Rouge-orangé (le phosphate et le borate exceptés).	
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN VIOLET.		
Sels de Potasse.	Violet-pâle. La soude empêche de voir la teinte violette; mais celle-ci se voit très-bien en regardant la flamme à travers le verre bleu.	
Sels Ammoniacaux.	Violet-pâle comme avec la potasse.	
Protochlorure de Mercure.	Violet-vif.	
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN BLEU.		
Composés de l'Arsenic.	Bleu-intense légèrement livide.	
Composés Antimoniés.	Bleu-livide.	
Composés du Sélénium.	Bleu-azur.	
Composés du Tellure.	Bleu-verdâtre.	

Digitized by Google

CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN BLEU (SUITE).		
Sels de Plomb.	Bleu-azur.	
Chlorure de Cuivre.	Bleu-pourpré.	
Bromure de Cuivre.	Bleu bordé de vert. Les chlorures et les bromures, chauffés avec une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre, donnent des colorations bleu-pourpré et bleu bordé de vert, dues aux chlorure de cuivre et bromure de cuivre qui prennent naissance dans la réaction.	
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN VERT.		
Sels de Baryte.	Vert-jaunâtre, surtout avec le chlorure.	
Sels de Cuivre.	Vert-émeraude (excepté les chlorure et bromure de cuivre). Quelquefois la coloration des sels de cuivre est bleu-verdâtre.	
Iodures.	Vert-émeraude, lorsqu'on les chauffe avec une perle de sel de phosphore saturée d'oxyde de cuivre.	
Acide Borique.	Vert-jaunâtre (la coloration ne devient sensible avec les borates qu'autant qu'on les chauffe avec de l'acide sulfurique concentré). Chauffés avec un mélange de bisulfate de potasse et de spath fluor, les borates donnent la coloration verte à la flamme, et c'est ce qui les distingue des phosphates.	
Composés du Phosphore.	Vert-jaunâtre; cette coloration ne s'obtient pour les phosphates, qu'autant qu'ils sont chauffés avec de l'acide sulfurique concentré.	
Composés du Molybdène.	Verdâtre.	
CORPS QUI COLORENT LA FLAMME EN JAUNE.		
Sels de Soude.	Jaune-rougeâtre (la flamme s'agrandit beaucoup)	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

COLORATIONS DES PERLES DE SEL DE P

MÉTAUX.	AU FEU D'OXYDATION,		AU FEU DE RÉDUCTION,	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
BARYTE.	○	○	○	○
STRONTIANE.	○	○	○	○
CHAUX.	○	○	○	○
MAGNÉSIE.	○	○	○	○
ALUMINE.	○	○	○	○
GLUCINE.	○	○	○	○
ZIRCONE.	○	○	○	○
THORINE	○	○	○	○
YTTRIA.	○	○	○	○
LANTHANE	○	○	○	○
DIDYME.	●	●	○	○
CÉRIUM.	●	○	○	○
TITANE.	○	○	● Avec Fer.	● Avec Fer.
URANE.	●	●	●	●
CHROME.	●	●	●	●

Digitized by Google

MÉTAUX.	AU FEU D'OXYDATION,		AU FEU DE RÉDUCTION,	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
MANGANÈSE.	●	●	○	○
NICKEL.	●	●	●	◎
COBALT.	●	●	●	●
FER.	●	○	●	●
ZINC.	○	○	○	○
CADMIUM.	○	○	○	○
PLOMB.	○	○	◎	◎
BISMUTH.	○	○	◎	◎
CUIVRE.	●	●	●	●
ARGENT.	○	○	◎	○
MOLYBDÈNE.	◎	◎	●	●
VANADIUM.	○	○	●	●
ÉTAIN.	○	○	○	○
ANTIMOINE.	○	○	◐ Avec Fer.	◐ Avec Fer.
TUNGSTÈNE.	○	○	● Avec Fer.	● Avec Fer.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

COLORATIONS DES PERLES DE BO

MÉTAUX.	AU FEU D'OXYDATION,		AU FEU DE RÉDUCTION,	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
BARYTE.	○	○	○	○
STRONTIANE.	○	○	○	○
CHAUX.	○	○	○	○
MAGNÉSIE.	○	○	○	○
ALUMINE.	○	○	○	○
GLUCINE.	○	○	○	○
ZIRCONE.	○	○	○	○
THORINE.	○	○	○	○
YTTRIA.	○	○	○	○
LANTHANE.	○	○	○	○
DIDYME.	●	●	○	○
CÉRIUM.	●	◐	○	○
TITANE.	○	○	●	●
URANE.	◐	◐	●	●
CHROME.	●	●	●	●

Digitized by Google

MÉTAUX.	AU FEU D'OXYDATION,		AU FEU DE RÉDUCTION,	
	A CHAUD.	A FROID.	A CHAUD.	A FROID.
MANGANÈSE.				
NICKEL.				
COBALT.				
FER.				
ZINC.				
CADMIUM.				
PLOMB.				
BISMUTH.				
CUIVRE.				
ARGENT.				
MOLYBDÈNE.				
VANADIUM.				
ÉTAIN.				
ANTIMOINE.				
TUNGSTÈNE.				

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHE

DES MATIÈRES MINÉRALES TOXIQUES

EN PRÉSENCE DES CORPS ORGANIQUES.

RECHERCHE DE L'ARSENIC

DANS LES CAS D'EMPOISONNEMENT.

La recherche de l'arsenic dans les matières organiques se compose de deux opérations :

La 1re opération consiste à séparer l'arsenic des matières organiques, et à le condenser dans la plus petite quantité de liquide possible.

La 2e opération a pour objet de caractériser l'arsenic séparé des corps organiques, au moyen des réactifs et de l'appareil de Marsh.

La séparation de l'arsenic des matières organiques est une opération délicate, surtout lorsqu'il s'agit d'aller rechercher ce métalloïde dans les organes d'individus morts empoisonnés, et enterrés quelquefois depuis plusieurs années.

Dans bien des cas on retrouve l'acide arsénieux à l'état de liberté, déposé dans les organes et souvent aussi dans les substances qui ont servi à l'empoisonnement.

Digitized by Google

On peut alors enlever cet acide et le caractériser facilement par les réactifs de l'arsenic.

Lorsque la matière toxique a été complétement absorbée par les organes, il faut prendre ceux-ci et détruire la substance organique dont ils sont formés, ou bien en séparer l'arsenic par des réactifs particuliers.

Les organes qui absorbent particulièrement l'arsenic sont : le foie, la rate, l'estomac et les intestins.

Quand on veut détruire la matière organique, on traite celle-ci par le quart de son poids environ d'acide sulfurique concentré très-pur et qui a été soumis avec soin à l'appareil de Marsh, afin de s'assurer qu'il ne contient pas d'arsenic.

L'opération doit se faire dans une cornue communiquant avec un ballon tubulé bien refroidi, et dont la tubulure porte un tube plongeant dans l'eau distillée, de manière à recueillir les traces d'arsenic qui pourraient être entraînées à l'état de chlorure d'arsenic ou à l'état d'acide arsénieux.

La matière organique se charbonne, il se dégage beaucoup d'acide carbonique et d'acide sulfureux. On chauffe de manière à volatiliser presque tout l'acide sulfurique employé ; cet acide et les liquides qui distillent pendant l'opération se condensent dans le récipient refroidi.

Après l'opération il reste dans la cornue un charbon sec et friable, que l'on pulvérise et que l'on traite par de l'eau acidulée avec de l'acide azotique ; on filtre, et la liqueur filtrée est évaporée à sec, en ayant soin de ne pas trop chauffer vers la fin de l'évaporation.

Le résidu obtenu est repris par une petite quantité d'eau acidulée avec de l'acide chlorhydrique bien pur, et la dissolution peut servir à caractériser l'arsenic avec les réactifs et avec l'appareil de Marsh. On doit également rechercher la présence de l'arsenic dans la liqueur qui s'est condensée dans le récipient,

Digitized by Google

car souvent tout l'arsenic s'y trouve, surtout lorsque la matière organique contenait beaucoup de chlorures.

La méthode suivante permet d'extraire très-facilement des matières organiques l'arsenic qu'elles peuvent contenir.

La matière, divisée en petits fragments, est mélangée avec du sel marin fondu exempt d'arsenic ; le mélange est introduit dans une cornue tubulée, et l'on verse dessus une quantité d'eau suffisante pour que la matière en soit recouverte.

La tubulure de la cornue porte un bouchon traversé par un tube en S qui permet de faire tomber sur le mélange de l'acide sulfurique bien pur. Un ballon tubulé est adapté à la cornue, et sert à condenser le produit de la distillation ; aussi ce ballon doit-il être bien refroidi. Enfin la tubulure de ce ballon communique, au moyen d'un tube, avec un appareil à boules rempli d'eau distillée, et destiné à arrêter les traces de composés arsenicaux qui pourraient se dégager de l'appareil.

Lorsque l'appareil est bien disposé et que le mélange est introduit dedans, on fait arriver par le tube en S de l'acide sulfurique qui, attaquant le chlorure de sodium, produit de l'acide chlorhydrique, celui-ci en se volatilisant, entraîne à l'état de chlorure tout l'arsenic de la matière organique, et vient se condenser avec la vapeur d'eau dans le ballon refroidi et dans l'eau de l'appareil à boules.

Dans cette opération, on doit ne pas employer plus d'acide sulfurique qu'il n'en faut pour transformer la totalité du chlorure en sulfate afin d'éviter la production de l'acide sulfureux.

Cependant si l'arsenic existait dans la matière organique à l'état d'acide arsénique, il serait convenable qu'il se produisît de l'acide sulfureux pour opérer la réduction de l'acide arsénique en acide arsénieux.

Pendant la réaction de l'acide sulfurique sur le sel marin, la matière organique ne noircit presque pas. Il ne faut pas pousser la distillation trop loin.

Digitized by Google

Après l'opération on ajoute au liquide, condensé dans le ballon, l'eau de l'appareil à boules, et la liqueur obtenue ainsi peut servir à caractériser la présence de l'arsenic avec l'appareil de Marsh et avec les réactifs.

Quand on a séparé ainsi l'arsenic des matières organiques, on procède aux essais qui ont pour but de déceler la présence de ce métalloïde.

Lorsqu'on a pu isoler des substances solides qu'on soupçonne être de l'acide arsénieux libre, on caractérise l'arsenic :

1° A l'odeur d'ail caractéristique que ces substances répandent lorsqu'on les jette sur des charbons incandescents;

2° A l'anneau noir miroitant qui se forme dans la partie froide du petit tube dans lequel ces substances sont chauffées avec du carbonate de soude sec et du charbon, ou avec du cyanure de potassium;

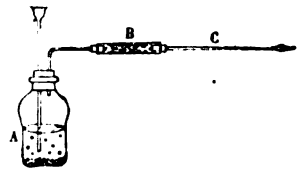
3° Aux taches brunes qu'on obtient sur la porcelaine lorsque la matière est introduite dans l'appareil de Marsh.

Enfin, tous les liquides dans lesquels on a condensé l'arsenic doivent être soumis à l'appareil de Marsh.

L'appareil de Marsh, qui porte le nom du célèbre chimiste anglais qui l'a imaginé, permet de constater des traces infiniment petites d'arsenic; son principe repose sur la propriété que possède l'hydrogène naissant de réduire les composés oxygénés de l'arsenic, en eau, et en arsenic qui se combine avec l'hydrogène en donnant naissance à de l'hydrogène arsénié gazeux que la chaleur peut décomposer en hydrogène qui se dégage, et en arsenic métallique qui vient se déposer dans la partie froide de l'appareil sous forme d'un enduit noir et miroitant. L'hydrogène arsénié peut aussi, lorsqu'on l'enflamme, déposer sur de la porcelaine de l'arsenic sous forme de taches brunes.

La figure suivante montre l'appareil ordinaire de Marsh.

Digitized by Google



A, Flacon dans lequel on produit de l'hydrogène par la réaction de l'acide sulfurique sur le zinc et l'eau.

B, Tube contenant du coton cardé destiné à retenir le sulfate de zinc qui pourrait être entraîné par le gaz.

C, Tube de dégagement effilé à son extrémité; ce tube doit être en verre peu fusible, et ne contenant point d'oxyde de plomb.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, on introduit dans le flacon du zinc pur et de l'eau distillée, puis on verse par l'entonnoir de l'acide sulfurique concentré et pur qui détermine un dégagement d'hydrogène, que l'on enflamme à sa sortie du tube effilé. L'inflammation du gaz, ne doit se faire que lorsque l'hydrogène a chassé complétement tout l'air de l'appareil, afin d'éviter l'explosion qui arriverait infailliblement s'il restait encore de l'air dans l'appareil au moment où l'on enflamme le gaz.

Quand l'hydrogène est enflammé, on plonge dans sa flamme une soucoupe ou une assiette de porcelaine pour s'assurer qu'il ne se produit point de taches arsenicales et que le zinc et l'acide sulfurique que l'on emploie ne contiennent point d'arsenic.

On ne doit jamais oublier de faire cette opération préliminaire qui porte le nom d'*essai à blanc* : on doit également faire subir l'essai à blanc à tous les réactifs qui doivent entrer dans le traitement des matières organiques à analyser.

Après qu'on s'est assuré de la pureté des réactifs, on introduit dans le flacon par l'entonnoir, et pendant que brûle le jet

Digitized by Google

d'hydrogène, la liqueur qui renferme la matière à analyser; on lave l'entonnoir avec un peu d'eau distillée, puis on observe d'abord si la couleur de la flamme de l'hydrogène, qui est légèrement jaunâtre, ne prend pas une teinte d'un bleu livide, ensuite on plonge dans ladite flamme une soucoupe de porcelaine sur laquelle il se produit des taches brunes, lorsqu'il y a de l'arsenic dans la substance soumise à l'analyse.

Il y a quelques précautions à prendre pour recueillir l'arsenic sur la porcelaine : ainsi il faut éviter que le dégagement de l'hydrogène soit trop rapide, car lorsque la flamme est grande, l'arsenic réduit s'oxyde de nouveau, et se volatilise à l'état d'acide arsénieux sans produire de taches ; c'est surtout ce qui arrive lorsque la matière analysée ne renferme que des traces d'arsenic. Le même phénomène peut encore se produire même en présence d'une quantité sensible d'arsenic lorsque, au lieu de placer la soucoupe de porcelaine dans la partie de la flamme connue sous le nom de flamme réductrice, on présente la soucoupe à l'extrémité du jet où la flamme est oxydante.

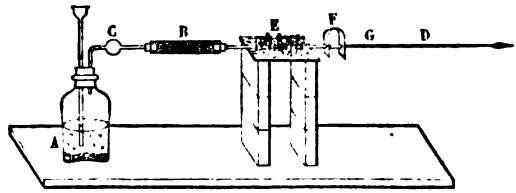
Dans tous les cas le jet lumineux ne devra jamais être trop grand, il ne doit point dépasser de 5 à 6 millimètres de longueur, et quelquefois on n'obtient des taches arsenicales que lorsque ce jet n'a pas plus de 2 ou 3 millimètres. C'est ce qui se présente quand on recherche l'arsenic dans les eaux minérales.

L'appareil de Marsh a été modifié par l'Académie des sciences, qui a proposé de chauffer au rouge sombre une partie du tube effilé de manière à décomposer, avant sa sortie de l'appareil, le gaz hydrogène arsénié en gaz hydrogène qui se dégage, et en arsenic métallique qui se dépose dans la partie froide du tube sous forme d'un anneau noir miroitant.

Comme pendant l'opération une petite quantité d'hydrogène arsénié passe sans être décomposée, on peut également obtenir sur la porcelaine des taches arsenicales à l'extrémité de l'appareil.

Digitized by Google

La figure suivante représente la disposition de l'appareil de Marsh, modifié par l'Académie des sciences.



A, Flacon où se produit l'hydrogène et dans lequel on introduit la matière à essayer.

B, Tube à chlorure de calcium servant à dessécher le gaz.

C, Boule destinée à retenir la plus grande partie de l'eau entraînée mécaniquement.

D, Tube en verre peu fusible, et ne contenant point d'oxyde de plomb, de 50 à 60 centimètres de longueur sur 4 à 5 millimètres de diamètre ; son extrémité est effilée. La partie de ce tube qui doit être chauffée doit être recouverte de clinquant afin d'éviter la déformation du verre.

E, Grille disposée pour chauffer le tube au rouge ; cette grille peut être remplacée par une forte lampe à gaz ou à alcool.

F, Écran métallique protégeant la partie où se forme l'anneau arsenical.

G, Partie du tube où l'arsenic se dépose sous la forme d'un anneau noir miroitant.

L'arsenic n'est pas le seul corps qui fournisse des anneaux noirs miroitants, et des taches sur la porcelaine avec l'appareil de Marsh. L'antimoine produit aussi les mêmes caractères : il est donc de la plus grande importance de s'assurer si les taches et les anneaux métalliques qu'on a obtenus, sont produits par l'arsenic ou par l'antimoine.

Digitized by Google

On caractérise la nature des taches et des anneaux métalliques de la manière suivante :

Ordinairement les taches produites par l'arsenic sont brunes, surtout sur les bords ; les taches fournies par l'antimoine sont noires.

On traite les taches et les anneaux métalliques par de l'acide azotique qui les dissout, et l'on évapore lentement à sec ; dans ce cas l'arsenic laisse un résidu blanc déliquescent d'acide arsénique très-soluble dans l'eau, tandis que l'antimoine donne une poudre blanche d'acide antimonique insoluble dans l'eau.

Si l'on verse quelques gouttes d'azotate d'argent légèrement ammoniacal sur le résidu, il se produit un précipité caractéristique brun clair d'arséniate d'argent avec l'arsenic. Quand le résidu est formé d'acide antimonique, il ne se produit rien.

De l'hydrogène sulfuré, versé sur le résidu, fournit avec l'arsenic un sulfure d'arsenic jaune qui ne se forme qu'au bout d'un certain temps, et qui est complétement soluble dans l'ammoniaque. Avec l'antimoine, l'hydrogène sulfuré produit après un conctact assez prolongé un sulfure d'antimoine rouge-orangé qui est tout à fait insoluble dans l'ammoniaque, mais qui se dissout dans l'acide chlorhydrique tandis que le sulfure d'arsenic est insoluble dans cet acide.

Enfin les taches et les anneaux d'arsenic répandent, lorsqu'on les chauffe pour les volatiliser, une odeur alliacée caractérisque, que ne produisent point les taches et les anneaux d'antimoine.

Digitized by Google

RECHERCHE DE L'ANTIMOINE

EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES.

Quand on veut rechercher l'antimoine dans les cas d'empoisonnement par ce métal, et lorsque ce dernier se trouve en présence d'une grande quantité de matières organiques, on ne peut pas se débarrasser de ces matières organiques par la combustion, attendu que l'antimoine pourrait, pendant l'opération, se volatiliser complétement; il faut recourir alors à la méthode suivante :

La matière est traitée par son poids d'acide chlorhydrique concentré, et l'on étend le tout d'une certaine quantité d'eau, de manière à obtenir une bouillie assez épaisse, puis on élève légèrement la température; à ce moment, on ajoute par petites portions du chlorate de potasse jusqu'à ce que la liqueur devienne jaune-clair; on continue de chauffer ensuite jusqu'à ce que l'odeur du chlore disparaisse. Quand l'odeur du chlore a disparu, on étend la liqueur d'eau et on la filtre. Enfin, dans la liqueur filtrée, on fait arriver un courant d'hydrogène sulfuré qui précipite l'antimoine à l'état de sulfure rouge-orangé, facile à caractériser à sa solubilité dans le sulfhydrate d'ammoniaque.

La liqueur filtrée peut servir aussi à caractériser l'antimoine au moyen de l'appareil de Marsh avec lequel on obtient des anneaux noirs miroitants, et des taches antimoniales qui présentent une grande analogie avec les taches et les anneaux qu'on obtient, avec le même appareil, avec l'arsenic.

Les taches antimoniales sont noires, traitées par l'acide azotique elles se transforment en une poudre blanche qui ne précipite point les sels d'argent. Enfin les taches antimoniales ne répandent point, lorsqu'on les chauffe, l'odeur d'ail qui caractérise l'arsenic

Digitized by Google

RECHERCHE DU PHOSPHORE

DANS LES CAS D'EMPOISONNEMENT.

Le phosphore agissant comme un poison violent, même lorsqu'il est pris à doses très-faibles, il était important de pouvoir retrouver et caractériser le phosphore en présence des matières organiques,

Deux méthodes ont été proposées à cet effet, l'une par Mitscherlich et l'autre par Lipowitz.

Le procédé de Mitscherlich consiste à faire bouillir, dans l'obscurité, la matière organique phosphorée avec de l'eau légèrement acidulée par de l'acide sulfurique, et de condenser la vapeur d'eau dans un long tube de verre refroidi. On voit alors se manifester, dans la partie où se fait la condensation de la vapeur d'eau, une phosphorescence due à l'entraînement du phosphore par la vapeur d'eau. Cette phosphorescence est encore sensible quand la matière à analyser ne renferme que 1/100,000^{e} de phosphore.

L'appareil qui sert à cette opération, consiste en un ballon de verre que l'on peut chauffer et qui porte un bouchon traversé par un tube de verre recourbé deux fois à angle droit, et dont la dernière branche traverse un long manchon en verre rempli d'eau froide que l'on peut renouveler.

L'extrémité du tube au sortir du manchon traverse un bouchon et permet de recueillir le produit de la condensation de la vapeur d'eau, dans lequel on retrouve souvent des petits grains de phosphore qu'il est facile de caractériser.

La seconde méthode due à Lipowitz permet également de déceler la présence du phosphore mélangé à une grande quantité de matières organiques et même d'en déterminer presque exactement la quantité.

Digitized by Google

Dans ce procédé, la matière à analyser est rendue acide, au moyen de l'acide sulfurique étendu, puis on l'introduit dans une cornue tubulée, munie d'un récipient condensateur refroidi. On introduit également dans la cornue quelques morceaux de soufre, puis l'on chauffe pendant environ une demi-heure.

On laisse refroidir l'appareil, puis on sort de la cornue le résidu de l'opération. Les morceaux de soufre sont extraits et lavés à l'eau distillée. Ils contiennent tout le phosphore libre que renfermait la matière organique.

Lorsque la proportion de phosphore est assez considérable, les morceaux de soufre sont devenus cristallins et peuvent quelquefois se laisser pétrir dans les doigts. Dans tous les cas, et lorsqu'ils ne renferment même pas un pour cent de phosphore, ils deviennent phosphorescents lorsqu'on les chauffe au bain-marie.

Ils noircissent lorsqu'on les mouille avec de l'azotate d'argent.

Enfin lorsqu'on les fait digérer avec de l'acide azotique le phosphore se transforme en acide phosphorique que l'on peut retrouver et doser au moyen des réactifs de cet acide.

Lorsqu'il s'agit d'un dosage quantitatif, il faut rechercher également, dans la liquéur qui a passé à la distillation, les portions de phosphore qui ont pu être entraînées et transformées en acide phosphoreux et en acide phosphorique.

RECHERCHE DU CUIVRE ET DU PLOMB

DANS LES SUBSTANCES ALIMENTAIRES ET DANS LES CAS D'EMPOISONNEMENT.

Quand on veut constater la présence du cuivre ou du plomb dans les matières organiques, il faut commencer par brûler et

Digitized by Google

incinérer la substance organique; pour cela on introduit la matière dans une petite capsule de porcelaine de 6 à 7 centimètres de diamètre, puis on chauffe graduellement pour évaporer et volatiliser la plus grande partie de l'eau, on porte ensuite la température au rouge. La substance se carbonise bientôt et laisse souvent un charbon qui brûle difficilement, mais dont on active la combustion, en remuant de temps en temps la matière avec un fil de platine ou une spatule de même métal, de manière à ramener au contact de l'air les parties recouvertes de cendres.

La combustion est terminée quand on n'aperçoit plus de points en ignition dans les cendres qui restent comme résidu.

On laisse refroidir lentement la capsule pour éviter qu'elle ne se casse, puis on traite les cendres obtenues par l'acide azotique. On évapore l'excès d'acide presque à siccité, on reprend le tout par très-peu d'eau distillée, l'on filtre, et dans la liqueur filtrée, on verse de l'hydrogène sulfuré en dissolution, ou bien on y fait passer un courant de ce gaz.

Si les cendres contiennent du plomb ou du cuivre, l'hydrogène sulfuré détermine, dans la liqueur, un précipité noir ou brun foncé de sulfure.

Lorsque les métaux dont il s'agit ici n'existent qu'en très-faible quantité dans la matière, il ne se produit point de précipité mais seulement une coloration brune de la liqueur; dans ce cas on détermine la précipitation du sulfure métallique en portant la liqueur à l'ébullition.

On laisse le précipité se rassembler, on décante avec précaution le liquide qui le surnage, et après avoir lavé le précipité à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on le traite par quelques gouttes d'acide azotique, on évapore l'excès d'acide presque à sec, et on reprend par quelques gouttes d'eau.

S'il y a du cuivre en assez grande quantité, la liqueur est bleuâtre; on s'assure de la présence de ce métal en divisant la liqueur en trois parties.

Digitized by Google

Dans la première partie l'on plonge une pointe de fer ou d'acier bien brillante qui se recouvre de cuivre rouge quand ce métal existe dans le liquide.

Dans la deuxième partie de la liqueur, on verse de l'ammoniaque qui fait prendre au liquide cuivrique une teinte bleue plus ou moins foncée.

Enfin, dans la troisième partie on ajoute quelques gouttes de ferrocyanure de potassium qui déterminent immédiatement un précipité brun-pourpre, lorsque le cuivre existe en quantité assez sensible dans la liqueur, ou bien une coloration rose-pourpre du liquide, lorsque le cuivre n'y existe qu'en très-faible quantité. Ce dernier réactif est le plus caractéristique.

Quand la matière contient du plomb, ce métal, après le traitement du sulfure par l'acide azotique, reste dans la capsule sous forme de poudre blanche, qui est du sulfate de plomb insoluble dans l'eau; on lave ce sulfate de plomb avec de l'eau distillée, puis on le caractérise en versant dessus une dissolution de potasse étendue qui doit le dissoudre. On peut encore caractériser le plomb en traitant le sulfate obtenu sur le charbon au chalumeau, après l'avoir mélangé avec un peu de carbonate de soude; dans ce cas on obtient un culot métallique de plomb s'aplatissant bien sous le marteau.

Dans la recherche du plomb et du cuivre, il est indispensable de précipiter ces métaux par l'hydrogène sulfuré, comme il a été dit, pour les séparer de l'oxyde de fer, de l'alumine, etc., etc., que les matières organiques laissent toujours après leur incinération, et qui viennent modifier les caractères que les réactifs présentent avec ces deux métaux.

Digitized by Google

RECHERCHE DU MERCURE

EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES.

Pour séparer le mercure des substances organiques, on ne peut point brûler celles-ci parce que le mercure se volatiliserait entièrement pendant la combustion. Mais on constate facilement la présence de ce métal, en délayant la matière à analyser dans de l'eau légèrement acidulée par de l'acide azotique, et en plongeant dans la liqueur une lame de cuivre parfaitement décapée; s'il existe du mercure dans la substance organique, même en quantité très-faible, ce métal se dépose sur la lame de cuivre qui blanchit.

On obtient une réaction plus nette si l'on remplace la lame de cuivre par une lame d'or, que l'on fait communiquer avec le pôle négatif d'un élément de pile, dont le pôle positif, terminé par une lame de platine, plonge également dans la liqueur. Sous l'action du courant électrique tout le mercure vient se déposer sur l'or, avec lequel il s'amalgame en le blanchissant d'une manière bien nette.

Dans ces expériences on doit s'assurer si le cuivre ou l'or a été blanchi par du mercure, pour cela on prend la partie blanchie que l'on introduit, après l'avoir divisée, dans un petit tube bouché très-étroit, puis l'on chauffe graduellement de manière à volatiliser le mercure qui doit venir se condenser dans la partie froide du tube, sous forme de gouttelettes très-fines, ressemblant assez à une poussière grise qui se rassemble facilement en grosses gouttelettes, lorsqu'on la frotte avec un corps dur.

Bien souvent le mercure ou ses composés sont mélangés à des matières grasses ou à des résines qui ne sont point miscibles à

Digitized by Google

l'eau. Dans ce cas, on sépare la matière organique très-facilement en employant l'éther comme dissolvant, ce dernier dissout la matière grasse ou la résine, et laisse comme résidu le mercure métallique ou ses composés que l'on peut caractériser ensuite par les réactifs ordinaires du mercure.

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

AVERTISSEMENT..... 1

EXPLICATION DES TABLEAUX..... 3

Règles à suivre dans l'étude de l'analyse qualitative..... 6

TABLEAUX DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES SELS MÉTALLIQUES SOLUBLES..... 8

Tableau n° 1. — Potassium, Sodium, Lithium, Ammoniaque, Barium, Strontium, Calcium, Magnésium, Aluminium, Glucinium et Zirconium.

Tableau n° 2. — Thorium, Yttrium, Erbium, Terbium, Lanthane, Didyme, Cérium (Protoxyde), Cérium (Sesquioxyde), Titane (Sesquioxyde) et Titane (Peroxyde, Acide titanique).

Tableau n° 3. — Uranium (Protoxyde), Uranium (Peroxyde), Chrome (Protoxyde), Chrome (Sesquioxyde), Manganèse, Nickel, Cobalt et Zinc.

Tableau n° 4. — Fer (Protoxyde), Fer (Sesquioxyde), Cadmium, Plomb, Bismuth, Cuivre (Protoxyde), Cuivre (Bioxyde), Mercure (Protoxyde) et Mercure (Bioxyde).

Tableau n° 5. — Argent, Palladium, Rhodium, Ruthénium, Osmium, Arsenic, Molybdène et Vanadium.

Tableau n° 6. — Étain (Protoxyde), Étain (Bioxyde), Antimoine, Or, Platine et Iridium.

TABLEAUX DES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES ACIDES DES SELS SOLUBLES.

Tableau n° 7. — Azotites, Azotates, Chlorates, Perchlorates,

Digitized by Google

Pages.

Hyposulfates, Permanganates, Titanates dans l'acide chlorhydrique et Fluorures.

Tableau n° 8. — Sulfates, Manganates, Ferrates, Osmites et Osmiates, Chlorures, Bromures et Iodures.

Tableau n° 9. — Sulfures, Séléniures, Tellurures, Cyanures, Ferrocyanures, Ferricyanures, Nitroprussiates et Sulfocyanures.

Tableau n° 10. — Hypochlorites, Bromates, Hyposulfites, Hypophosphites, Acétates, Formiates, Iodates, Périodates et Sulfites.

Tableau n° 11. — Sélénites, Séléniates, Tellurites, Tellurates, Phosphites, Métaphosphates, Pyrophosphates, Phosphates, Arsénites et Arséniates.

Tableau n° 12. — Carbonates, Bicarbonates, Borates, Silicates, Tantalates, Hyponiobates, Niobates, Chromates neutres et Acides.

Tableau n° 13. — Stannates, Antimoniates, Vanadates, Tungstates, Molybdates, Oxalates, Tartrates et Citrates.

MARCHE MÉTHODIQUE A SUIVRE DANS L'ANALYSE QUALITATIVE DES MÉTAUX..... 9
Examen physique..... 9
Essais au chalumeau..... 10
Partie soluble dans l'eau..... 11
Attaque des matières insolubles dans l'eau par les acides... 11
Traitement par l'hydrogène sulfuré..... 12
Sulfures solubles dans le sulfhydrate d'ammoniaque..... 13
Sulfures insolubles dans le sulfhydrate d'ammoniaque..... 15
Traitement par le sulfhydrate d'ammoniaque..... 17
Traitement par le carbonate d'ammoniaque..... 22
Recherche des métaux alcalins..... 23
Traitement de la partie insoluble dans les acides..... 24
Observations..... 25
MARCHE GÉNÉRALE A SUIVRE DANS L'ANALYSE QUALITATIVE DES ACIDES. 27
Observations..... 32
CHALUMEAU..... 33
Instruments pour le chalumeau..... 33
Charbon..... 42
Des combustibles et de la flamme..... 43
Réactifs pour le chalumeau..... 45

Digitized by Google

Pages.

Manière d'opérer..... 47

CARACTÈRES GÉNÉRAUX QU'ON OBSERVE DANS LES ESSAIS AU CHALUMEAU..... 53

Corps qui changent de couleur quand on les chauffe seuls dans le tube bouché..... 53

Corps qui se volatilisent lorsqu'on les chauffe seuls dans le tube bouché..... 54

Corps qui dégagent des gaz ou des vapeurs lorsqu'on les chauffe seuls dans le tube bouché..... 56

Corps qui présentent des caractères particuliers quand on les chauffe dans le tube bouché avec du bisulfate de potasse. 56

Corps présentant des réactions particulières quand on les chauffe dans le tube bouché avec du carbonate de soude..... 58

Corps qui se volatilisent quand on les soumet au grillage dans le tube ouvert aux deux bouts..... 58

Corps présentant des réactions particulières quand on les chauffe seuls sur le charbon, soit au feu d'oxydation, soit au feu de réduction..... 60

Substances qui ne sont point attaquées par la soude, et qui restent sur le charbon..... 61

Substances qui ne sont point attaquées par le soude, mais qui fondent et disparaissent avec ce réactif dans le charbon. 62

Corps qui forment des perles vitreuses quand on les fond avec de la soude sur le charbon..... 62

Métaux dont les composés sont réduits sur le charbon quand on les chauffe avec de la soude, ou avec un mélange de soude et de cyanure de potassium, et qui donnent des auréoles colorées..... 62

Métaux dont les composés sont réduits sur le charbon quand on les chauffe avec de la soude, ou avec un mélange de soude et de cyanure de potassium, mais qui ne donnent point d'auréoles..... 63

Substances qui, chauffées avec de la soude et du nitre sur le charbon ou sur la lame de platine, colorent ces réactifs en vert ou en jaune..... 64

TABLEAU DES SUBSTANCES QUI SE COLORENT QUAND ON LES CHAUFFE FORTEMENT AVEC LA DISSOLUTION D'AZOTATE DE COBALT (Tableau n° 14)..... 64

Digitized by Google

Pages.

TABLEAU DES COLORATIONS QUE PREND LA FLAMME SOUS L'INFLUENCE DE CERTAINS CORPS (Tableau n° 15).

Corps qui colorent la flamme en rouge.

Corps qui colorent la flamme en violet.

Corps qui colorent la flamme en bleu.

Corps qui colorent la flamme en vert.

Corps qui colorent la flamme en jaune.

TABLEAUX DES COLORATIONS DES PERLES DE SEL DE PHOSPHORE ET DE BORAX PAR LES OXYDES MÉTALLIQUES (Tableaux nos 16 et 17).

RECHERCHE DES MATIÈRES MINÉRALES TOXIQUES EN PRÉSENCE DES MATIÈRES ORGANIQUES..... 65

Recherche de l'arsenic dans les cas d'empoisonnement..... 65

Recherche de l'antimoine en présence des matières organiques..... 73

Recherche du phosphore dans les cas d'empoisonnement... 74

Recherche du cuivre et du plomb dans les substances alimentaires et dans les cas d'empoisonnement..... 75

Recherche du mercure en présence des matières organiques. 78

Paris. —Imprimé par E. THUNOT et Ce, rue Racine, 26.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

HDI
HW 1A05 K

HARVARD UNIVERSITY
WIDENER LIBRARY

DATE DUE

GAYLORD PRINTED IN U.S.A.

JAMES F. BABCOCK
Analytical and Manufacturing Chemist
and Dealer in Pure Chemicals
No. 8 Boylston St. BOSTON.

Digitized by Google

Digitized by Google